



UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA
Facultad de Tecnología de la Construcción

Monografía

**ESTUDIO DE PREFACTIBILIDAD DE LA CONSTRUCCIÓN DE UN SISTEMA DE
ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE (MABE) PARA LAS COMUNIDADES
LOMA LINDA Y PASO ANCHO DEL MUNICIPIO DE SANTA ROSA DEL PEÑON,
DEPARTAMENTO DE LEÓN.**

Para optar al título de Ingeniero Civil

Elaborado por

Br. Darwin Armando Chacón Valdivia

Br. Roberto José Obregón Muñoz

Br. Brandon Antonio Sánchez Salgado

Tutor

MSc. Yader Molina Lagos

Managua, Marzo 2020

DEDICATORIA

Dedicamos esta monografía primeramente a Dios, por brindarnos salud, paciencia y perseverancia a lo largo de esta etapa. A nuestras familias que han sido fundamentales, quienes nos han apoyado incondicionalmente en todo este período de aprendizaje que ha sido una de las etapas de mayor importancia en nuestras vidas.

AGRADECIMIENTOS

Son muchas las personas que han contribuido al proceso y conclusión de este documento, pero queremos agradecer primordialmente a nuestros padres por su esfuerzo, amor y comprensión, por inculcarnos valores éticos y morales, por apoyarnos en todo momento, por ser nuestros guías y nuestras fortalezas en los momentos de debilidad y por brindarnos una vida llena de aprendizajes y experiencias para hacer de nosotros mejores personas.

A nuestros amigos que han sido un pilar fundamental en nuestra formación profesional, brindándonos consejos, confianza, oportunidades y recursos para lograrlo.

A todos nuestros docentes, por brindarnos sus recomendaciones y sabiduría en el desarrollo de cada clase y de manera especial agradecemos al Ing. Yader Molina, quién fue nuestro tutor y guía para la elaboración de este documento.

Agradecemos a la Universidad Nacional de Ingeniería, por brindarnos la oportunidad de ser parte de su entidad, la cual nos inculcó una serie de valores que hoy en día nos permiten ser mejores personas y buenos profesionales.

Índice de contenido

1. CAPÍTULO I: GENERALIDADES.....	1
1.1. Introducción	2
1.2. Antecedentes	3
1.3. Justificación	5
1.4. Objetivos	7
1.4.1. Objetivo General	7
1.4.2. Objetivos Específicos.....	7
1.5. Marco teórico	8
1.5.1. Aspectos de Formulación y Evaluación de Proyectos	8
1.5.2. Aspectos de Diseño Hidráulico	11
1.5.3. Aspectos de Evaluación Socioeconómica	20
1.6. Diseño metodológico.....	28
1.6.1. Tipo de investigación	28
1.6.2. Descripción del universo de estudio	28
1.6.3. Descripción de fuentes de información	28
1.6.4. Procedimiento para la recolección de la información.....	29
1.6.5. Tipo de análisis y procesamiento de la información.....	29
1.6.6. Estudio Técnico	30
1.6.7. Estudio socioeconómico	33
2. CAPITULO II: DIAGNÓSTICO DE SITUACION ACTUAL	35
2.1. Límites y localización	36
2.1.1. Macro localización	36
2.1.2. Micro localización.....	37
SECTORES.....	38
COMARCAS.....	38

2.2.	Generalidades.....	40
2.2.1.	Medio ambiente	40
2.2.2.	Suelos.....	41
2.2.3.	Relieve	42
2.2.4.	Clima.....	43
2.2.5.	Precipitación	44
2.2.6.	Recursos hídricos	44
2.2.7.	Amenazas naturales	44
2.2.8.	Recursos geológicos existentes.....	45
2.3.	Características Socioeconómicas	45
2.3.1.	Estructura económica del municipio	45
2.3.2.	Prestación de servicios básicos en el Municipio	46
2.4.	Situación actual del abastecimiento del agua de las comunidades Loma Linda y Paso Ancho	50
2.5.	Dinámica poblacional	51
2.5.1.	Población económicamente activa.....	51
2.5.2.	Beneficios y beneficiarios del proyecto	51
2.5.3.	Tasa de desempleo en las comunidades según datos oficiales	52
2.5.4.	Tasa de Crecimiento Anual de la población de las Comunidades	53
2.5.5.	Densidad poblacional.....	53
2.5.6.	Cálculo de la tasa de crecimiento poblacional	54
2.5.7.	Proyección de población	55
3.	CAPITULO III: ESTUDIO TÉCNICO.....	57
3.1.	Dotación y población beneficiada	58
3.1.1.	Período de diseño.....	58
3.1.2.	Consumo poblacional	59
3.1.3.	Variaciones de consumo.....	60
3.1.4.	Pérdidas en el sistema.....	62
3.2.	Esquema hidráulico propuesto.....	62

3.2.1.	Fuente y obra de toma.....	63
3.2.2.	Producción mínima de fuente según estudio hidrogeológico	65
3.2.3.	Análisis de calidad del agua.....	65
3.2.4.	Tratamiento.....	66
3.2.5.	Cloración.....	68
3.3.	Diseño.....	71
3.3.1.	Esquema fuente-tanque-red mediante una distribución domiciliar.....	71
3.3.2.	Diseño de la obra de toma.....	72
3.3.3.	Tiempo de bombeo	74
3.3.4.	Selección de la bomba.....	74
3.3.5.	Línea de conducción.....	81
3.3.6.	Filtro	89
3.3.7.	Tanque de almacenamiento	92
3.3.8.	Diseño de red de distribución	95
3.3.9.	Actividades de construcción.....	109
3.4.	Aspectos legales y de funcionamiento	111
3.4.1.	Organigrama	112
4.	CAPITULO IV: ESTUDIO SOCIOECONÓMICO	114
4.1.	Generalidades.....	115
4.1.1.	Vida útil	115
4.1.2.	Moneda utilizada para evaluar los costos	115
4.2.	Inversión del proyecto	115
4.2.1.	Activos fijos	116
4.2.2.	Activos diferidos.....	120
4.3.	Costos de funcionamiento.....	122
4.4.	Ingresos	128
4.5.	Análisis de beneficio	131
4.6.	Tasa mínima atractiva de rendimiento (TREMA)	133

4.7.	Flujo Neto de Efectivo (FNE)	134
4.8.	Periodo de recuperación de la inversión (PRI).....	135
4.9.	Valor Actual Neto(VANZ) y Tasa Interna de Retorno (TIRE)	135
5.	CAPITULO V: Conclusiones y recomendaciones	136
5.1.	Conclusiones	137
5.2.	Recomendaciones	139

Indice de cuadro

Cuadro 1 Períodos de diseños económicos de los componentes de un sistema de abastecimiento de agua potable.....	17
Cuadro 2 Presiones propicias en el funcionamiento del sistema de agua potable....	20
Cuadro 3 Criterios de Selección del Valor Actual Neto	22
Cuadro 4 Criterios de Selección de la Tasa Interna de Retorno	23
Cuadro 5 Criterios de Selección del Periodo de Recuperación de Inversión	23
Cuadro 6 Criterio De selección de la relación Beneficio - Costo	24
Cuadro 7 VANZ y TIRE Combinados para tomar decisiones de inversión.....	24
Cuadro 8 Tabla de Resumen	25
Cuadro 9 División territorial del municipio de Santa Rosa del Peñón.....	38
Cuadro 10 Comarcas de la zona rural de Santa Rosa del Peñón	38
Cuadro 11 Estimación de la tasa de crecimiento	54
Cuadro 12 Cálculo de proyección para ajuste de inicio del período de diseño	55
Cuadro 13 Proyección de la población	56
Cuadro 14 Períodos de diseños	58
Cuadro 15 Variaciones de Consumo y Diseño del Tanque para Conexiones Domiciliares.....	61
Cuadro 16 Clasificación de Cuerpos de Agua de acuerdos a sus Usos	66
Cuadro 17 Dosificaciones de Cloro	70
Cuadro 18 Ademes Mínimo de Pozos según Caudal.....	72
Cuadro 19 Pérdidas en los Accesorios de la Sarta	77
Cuadro 20 Pérdidas en los Accesorios de la Entrada al Tanque	78
Cuadro 21 Modelos de Bombas Sumergibles Franklin Electric.....	80
Cuadro 22 Cálculo del Diámetro de la Línea de Conducción	82
Cuadro 23 Segunda manera de Determinar el Diámetro de la Línea de Conducción	82
Cuadro 24 Cálculo del Diámetro más Económico	83
Cuadro 25 Precios de Tuberías de 6m según Diámetro	84
Cuadro 26 Valores de K según Material.....	85
Cuadro 27 Datos de la Línea de Conducción.....	86
Cuadro 28 Datos de Instalación	86

Cuadro 29 Tiempo de Parada de la Bomba	87
Cuadro 30 Criterio para Estimar la Sobrepresión	88
Cuadro 31 Distribución Nodal de Consumo	101
Cuadro 32 Características de trabajo durante consumo máximo horario de las tuberías en la red	105
Cuadro 33 Resumen de Resultados de EPANET, en ambos casos (Con Consumo y sin Consumo)	107
Cuadro 34 Inversión Total del Proyecto	116
Cuadro 35 Actividades de Construcción del Proyecto.....	117
Cuadro 36 Costo de Bomba.....	119
Cuadro 37 Resumen de Activos Fijos	120
Cuadro 38 Resumen de Costos Diferidos	121
Cuadro 39 Costos anuales por salarios	122
Cuadro 40 Producción de Agua por Año.....	123
Cuadro 41 Costos Anuales por Gastos de Energía Eléctrica	124
Cuadro 42 Capacidad del Equipo de Bombeo	124
Cuadro 43 Costo Anual de Productos Químicos	125
Cuadro 44 Resumen de Gastos Anuales de Mantenimiento.....	125
Cuadro 45 Resumen de Costos Anuales de Administración	126
Cuadro 46 Gastos Anuales de Operación	126
Cuadro 47 Costos Totales Anuales.....	127
Cuadro 48 Costos Anuales Proyectados.....	127
Cuadro 49. Metodología Utilizada en la determinación de la tarifa	129
Cuadro 50 Ingresos	130
Cuadro 51 Metodología de Beneficio por Reducción de Enfermedades	132
Cuadro 52 Beneficios por incremento productivo.....	132
Cuadro 53 Beneficios por Enfermedades e Incremento de Productividad	133
Cuadro 54 Flujo Neto de Efectivo, Usando Tarifa Social	134

Índice de mapas

Mapa 1 Macro localización	37
Mapa 2 Micro localización	39
Mapa 3 Red Principal de Distribución	63

Índice de ecuaciones

Ecuación 1 Cálculo de consumo promedio diario.....	19
Ecuación 2 Consumo Máximo Día	19
Ecuación 3 Consumo Máxima Hora	19
Ecuación 4 Proyección De la Población para n años.....	30
Ecuación 5 Tasa de Crecimiento Poblacional	54
Ecuación 6 Consumo Promedio Diario.....	60
Ecuación 7 Consumo Promedio Diario Total.....	60
Ecuación 8 Consumo Máximo Día	60
Ecuación 9 Consumo Máximo Hora	60
Ecuación 10 Pérdidas de Agua en el Sistema.....	62
Ecuación 11 Volumen de cloro.....	68
Ecuación 12 Hipoclorito de calcio.....	69
Ecuación 13 Volumen de Solución.....	69
Ecuación 14 Gastos por goteo del hipoclorador	69
Ecuación 15 Diámetro de tazones.....	72
Ecuación 16 Diámetro de ademe	72
Ecuación 17 \emptyset de perforación del pozo	73
Ecuación 18 Caudal de bombeo	75
Ecuación 19 Potencia de la Bomba.....	75
Ecuación 20 Diferencia de energía	75
Ecuación 21 Carga total dinámica.....	76
Ecuación 22 Pérdidas en la columna de succión	76
Ecuación 23 Pérdidas en la tubería de la sarta de bombeo	76
Ecuación 24 Pérdidas en los accesorios de la sarta de bombeo	77
Ecuación 25 Pérdidas en la tubería de entrada al tanque	78

Ecuación 26 Pérdidas en los accesorios de la entrada al tanque	78
Ecuación 27 Pérdidas totales entre la fuente y el tanque.....	79
Ecuación 28 Carga Total Dinámica	79
Ecuación 29 Potencia del Motor.....	79
Ecuación 30 Diámetro de la línea de conducción.....	82
Ecuación 31 Segundo método para determinar diámetro de la línea de conducción	82
Ecuación 32 Valor presente	83
Ecuación 33 Costo anual de tubería	84
Ecuación 34 Factor de recuperación de capital.....	84
Ecuación 35 Costo anual de energía	84
Ecuación 36 Costo anual equivalente	84
Ecuación 37 Coeficiente función del módulo de elasticidad del material	85
Ecuación 38 Celeridad	85
Ecuación 39 L tub/L crítica	86
Ecuación 40 Tiempo de parada de la Bomba.....	87
Ecuación 41 Longitud crítica	87
Ecuación 42 Formula de MICHAUD.....	88
Ecuación 43 Formula de ALLIEVI	88
Ecuación 44 Capacidad del Tanque.....	92
Ecuación 45 Dimensionamiento de base del tanque de almacenamiento	93
Ecuación 46 Dimensionamiento de la longitud del tanque de almacenamiento.	93
Ecuación 47 Altura de agua en el tanque.....	93
Ecuación 48 Calculo De Tarifa Para Pequeños Sistemas de Agua Potable	128
Ecuación 49 Flujo Neto De Efectivo	134

Indice de Figuras

Figura 1 Diseño Preliminar de Pozo Propuesto.....	64
Figura 2 Fuente-Tanque-Red.....	71
Figura 3 Diseño de Obra de Toma	74
Figura 4 Vista en Planta de Tanque de Almacenamiento	94

Figura 5 Esquema Hidráulico, ubicación de nodos a utilizar para la simulación hidráulica	99
Figura 6 Elevaciones de cada nodo	100
Figura 7 Velocidades en el sistema con consumo máximo horario.....	103
Figura 8 Presiones en el sistema con consumo máximo horario	104

Indice de Ilustraciones

Ilustración 1 Potencia de motores	80
Ilustración 2 Selección Con Curva Característica	81
Ilustración 3 Vista Elevación Filtro Presurizado y de Pastilla Clorador.....	91
Ilustración 4 Ejemplo de Red de Distribución de Agua Potable Abierta	97
Ilustración 5 Organigrama.	113

CAPÍTULO I: GENERALIDADES

1.1. Introducción

El agua es el fundamento de la vida, tanto que el abastecimiento de la misma ha llegado a ser un derecho humano, debido a que es un recurso de vital importancia para el funcionamiento del entorno de la humanidad, no obstante, en muchos casos la población no cuenta con acceso a este recurso, incluso en lugares donde aparentemente hay agua suficiente.

El crecimiento poblacional tanto en las zonas urbanas como rurales requieren del abastecimiento de agua para llevar a cabo diversas actividades ya sean económicas, de uso especial o actividades rutinarias.

En Nicaragua la entrega de servicios de abastecimiento de agua en las zonas rurales suelen ser inversiones relativamente altas y es el estado a través de los Comité de Agua Potable y Saneamiento (CAPS), quien provee y administra los servicios, sin embargo, hay zonas en las que todavía el acceso es deficiente o nulo.

En las comunidades de Loma Linda y Paso Ancho del municipio de Santa Rosa del Peñón en el departamento de León, desde su fundación ambas comunidades no poseen un sistema de agua potable para abastecerse; hasta el momento los pobladores hacen uso de pozos perforados existentes acondicionados con bombas de mecate construidos por Agencia Suiza para el Desarrollo y la Cooperación (COSUDE), además la comunidad cuenta con una red de tuberías la cual es abastecida por pipas que realizan el descargue de agua potable solamente una vez al día.

En el presente proyecto se presentó una alternativa hidráulica para el abastecimiento de agua potable para las comunidades, dicha alternativa trata de realizar el abastecimiento hacia la población de forma domiciliar con conexiones de patios, en dicha propuesta se considera un sistema de bombeo tipo fuente-tanque-red, este proyecto se evaluó a nivel de prefactibilidad con el objetivo de analizar su rentabilidad desde el punto de vista social.

1.2. Antecedentes

El Municipio de Santa Rosa del Peñón cuenta con recursos hídricos importantes como son el río Sinecapa y río Huacalpisque que provienen de la parte alta del municipio vecino de San Nicolás que también son alimentados por pequeños riachuelos y los mismos, son la principal fuente de abastecimiento que los productores utilizan para consumo humano y el ganado. El riachuelo Las Piñuelas es la principal fuente de abastecimiento de consumo humano para los pobladores del municipio, cabe destacar que estos recursos hídricos en época de verano se secan. La alcaldía municipal a través del 5% asignado al área del medioambiente ha venido trabajando en proyectos de recuperación y protección de las micro cuencas del municipio con el objetivo de conservar y mantener los mantos acuíferos.

De acuerdo a la elaboración de una encuesta socio económica llevada a cabo en noviembre de 2017 se sabe que las Comunidades de Loma Linda y Paso Ancho cuenta con una población total de 434 habitantes distribuidos en 114 viviendas, de los cuales 223 son hombres representando el 51% de la población y 211 son mujeres equivalentes al 49% de la población total.

Actualmente, la comunidad no cuenta con un sistema de agua potable, todas las viviendas hacen uso de pozos excavados, lo mismo que pozos públicos y por medio del apoyo del municipio mediante una pipa que suministra agua tres veces por semana en los meses más álgidos del verano. La responsabilidad del acarreo de agua recae principalmente en las mujeres, ellas son las encargadas en compañía de los niños.

El agua acarreada de estos pozos es usada dentro de la comunidad principalmente para consumo, y preparación de alimentos, sin embargo, la calidad del agua no puede ser considerada potable dadas las condiciones en que la misma es consumida; sin ningún tipo de tratamiento.

Para solventar la necesidad en la época seca los comunitarios van a la poza del río Sinecapa o las de la quebrada La Rastra.

Respecto al acceso de los servicios de saneamiento, se registra un 98% de familias que tienen algunas opciones de saneamiento frente a 2% que no tienen. La opción de saneamiento con que cuentan estas familias es generalmente tradicional (letrinas).

La comunidad enfrenta una seria situación de riesgo sanitario ya que, por las condiciones geológicas del lugar, caracterizados por la presencia de suelos medianamente permeables estos se ven contaminados por los efluentes de las letrinas, también localizadas en los predios de cada vivienda, viéndose más afectados durante los inviernos en los cuales los niveles freáticos suben considerablemente hacia la superficie. Ésta situación debe ser atendida, porque podría causar serias afectaciones en la salud de las personas por consumir agua contaminada.

1.3. Justificación

La realización del estudio de prefactibilidad del proyecto del “Sistema de abastecimiento de agua potable para las comunidades Loma Linda y Paso Ancho del municipio de Santa Rosa del Peñón, departamento de León” fue de gran importancia para determinar la viabilidad en cuanto a términos económicos y el impacto social que tendría éste en la región; lo cual favorece a todos los habitantes de esta zona.

Este proyecto provee la mejora en el sector de salud, ya que muchas enfermedades que sufren pobladores en los sectores rurales son debido al consumo de aguas contaminadas, es decir, provocadas por falta de saneamiento del agua.

Una de las metas del programa de desarrollo humano sostenible de Nicaragua es aumentar la cobertura efectiva de abastecimientos de agua y saneamientos, mejorar los servicios y promover el uso racional de este recurso en zonas rurales y urbanas, por lo tanto, una de las metas de este proyecto es tratar de reducir el déficit que tiene Nicaragua en lo que es cobertura de los servicios de agua y saneamiento.

El contar con un sistema de agua potable es importante económicamente puesto que reduce los índices de pobreza; según censos realizados en 2005 se observó que el abastecimiento de agua potable es uno de los principales indicadores de salud y es uno de los principales factores que ayudan al crecimiento de las distintas comunidades, al analizar los datos del censo se concluyó que la mayoría de las comunidades que viven en pobreza extrema es porque no poseen un sistema de abastecimiento de agua potable que les ayude a crecer como comunidad y económicamente.

El invertir en un sistema que sea sustentable y que ayude a desarrollar el capital humano, social y físico de estas comunidades, es importante para mejorar las condiciones de vida y generar oportunidades de insertarse en la economía, además, que debe ser un sistema de abastecimiento sostenible a mediano y largo plazo.

Se provee el desarrollo económico a estas comunidades en un futuro, se trata de reducir los índices de enfermedades en la zona y lo principal es contar con un sistema de agua adecuado que anule totalmente el trabajo que realizan los pobladores actualmente para poder acarrear el agua a sus hogares.

1.4. Objetivos

1.4.1. Objetivo General

- Formular y evaluar el proyecto de la construcción de un Mini Acueducto por Bombeo Eléctrico (MABE) de las comunidades Loma Linda y Paso Ancho, del municipio de Santa Rosa del Peñón, departamento de León a nivel de prefactibilidad para analizar su rentabilidad socioeconómica.

1.4.2. Objetivos Específicos

- Realizar un diagnóstico de situación actual de las comunidades para establecer la demanda de las zonas en estudio.
- Establecer los requerimientos técnicos necesarios de diseño para la construcción del MABE.
- Analizar la rentabilidad del proyecto mediante una evaluación socioeconómica.

1.5. Marco teórico

A continuación, se desarrollan los conceptos y teorías necesarias que se utilizaron en el presente trabajo para realizar el estudio que se presenta posteriormente.

1.5.1. Aspectos de Formulación y Evaluación de Proyectos

Un proyecto es un esfuerzo temporal que se lleva a cabo para crear un producto, servicio o resultado único (Perez, 2009).

En un estudio de evaluación de proyectos se distinguen tres niveles de profundidad. Al más simple se le llama perfil, gran visión o identificación de la idea, el cual se elabora a partir de la información existente, el juicio común y la opinión que da la experiencia. En términos monetarios sólo presenta cálculos globales de las inversiones, los costos y los ingresos, sin entrar a investigaciones de terreno (Urbina G. B., 2010).

El siguiente nivel se denomina estudio de prefactibilidad o anteproyecto. Este estudio profundiza el examen en fuentes secundarias y primarias en investigación de mercado, detalla la tecnología que se empleará, determina los costos totales y la rentabilidad económica del proyecto y es la base en que se apoyan los inversionistas para tomar una decisión (Urbina G. B., 2010).

El nivel más profundo y final es conocido como proyecto definitivo. Contiene toda la información del anteproyecto, pero aquí son tratados los puntos finos; no sólo deben presentarse los canales de comercialización más adecuados para el producto, sino que deberá presentarse una lista de contratos de venta ya establecidos; se deben actualizar y preparar por escrito las cotizaciones de la inversión, presentar los planos arquitectónicos de la construcción, etc. La información presentada en el proyecto definitivo no debe alterar la decisión tomada respecto a la inversión, siempre que los cálculos hechos en el anteproyecto sean confiables y hayan sido bien evaluados (Urbina G. B., 2010).

En cuanto al Diagnóstico de situación actual “es una técnica para el análisis de alternativas y la valoración de sus consecuencias”. (Vilar, 1992). Este diagnóstico ha de ser integral y está referido a conocer los grupos involucrados en el proyecto, cantidad y características, el área de influencia, las condiciones de entrega de los bienes y servicios en los que el proyecto intervendrá, medios sustitutos o alternativos empleados por la población beneficiaria. Debe aplicarse un enfoque sistémico para realizar un adecuado diagnóstico situacional (Chain N. S., 2011).

El nivel socio económico no es una característica física y fácilmente informable, sino que se basa en la integración de distintos rasgos de las personas o sus hogares, cuya definición varía según países y momentos históricos. Así lo muestran las muchas conceptualizaciones sobre “niveles socioeconómicos”, entre ellas citamos: (Literacy The New Dictionary of Cultural, 2002), lo refiere como la posición de un individuo/hogar dentro de una estructura social jerárquica.

Se entiende por beneficiarios de un proyecto a las personas que obtienen algún tipo de beneficio de la implementación del mismo. Se pueden identificar dos tipos de beneficiarios: Directos e indirectos.

Los beneficiarios directos son aquéllos que participan directamente en el proyecto, y, por consiguiente, se beneficiarán de su implementación. Así, las personas que están empleadas en el proyecto, que los suplen con materia prima u otros bienes y servicios, o que usan de alguna manera el producto del proyecto se pueden categorizar como beneficiarios directos.

Los beneficiarios indirectos son, con frecuencia, pero no siempre, las personas que viven al interior de la zona de influencia del proyecto.

El estudio técnico presenta la determinación del tamaño óptimo de la planta, la determinación de la localización óptima de la planta, ingeniería del proyecto y análisis organizativo, administrativo y legal (Urbina G. B., 2010).

El estudio del tamaño de un proyecto es fundamental para determinar el monto de las inversiones y el nivel de operación que, a su vez, permitirá cuantificar los costos de funcionamiento y los ingresos proyectados. Varios elementos se conjugan para la definición del tamaño: la demanda esperada, la disponibilidad de los insumos, la localización del proyecto, el valor de los equipos, entre otros.

La determinación de la localización óptima de la planta tiene como objetivo determinar la ubicación más adecuada, y esta será la que posibilite maximizar el logro del objetivo definido para el proyecto, como cubrir la mayor cantidad de población posible o lograr una alta rentabilidad. Aunque las opciones de localización pueden ser muchas, en la práctica estas se reducen a unas pocas, por cuanto las restricciones y exigencias propias del proyecto eliminan a la mayoría de ellas. En el estudio de localización del proyecto, se toman en cuenta dos aspectos la macro y la micro-localización, pero a su vez se deben analizar otros factores, llamados fuerzas locacionales, que de alguna manera influyen en la inversión de un determinado proyecto (Chain S. , 2004).

Macro-localización es la evaluación del sitio el cual ofrece las mejores condiciones para la ubicación del proyecto, en el país o en el espacio rural y urbano de alguna región (Bolivarianas, 2016).

Según (Jerouchalmi, 2003) se entiende como Micro-localización a la determinación del punto preciso donde se construirá la empresa dentro de la región, y en esta se hará la distribución de las instalaciones en el terreno elegido.

Respecto de la ingeniería del proyecto se puede decir que, en términos técnicos, existen diversos procesos productivos opcionales, que son los muy automatizados y los manuales. La elección de alguno de ellos dependerá en gran parte de la disponibilidad de capital. En esta misma parte se engloban otros estudios, como el análisis y la selección de los equipos necesarios, dada la tecnología elegida; en seguida, la distribución física de tales equipos en la planta, así como la propuesta de

la distribución general, en la que se calculan todas y cada una de las áreas que formarán la empresa (Perez, 2009).

Algunos de los aspectos que no se analizan con profundidad en los estudios de prefactibilidad son el organizativo, el administrativo y el legal. Esto se debe a que son considerados aspectos que por su importancia y delicadeza merecen ser tratados a fondo en la etapa de proyecto definitivo. Esto no implica que deba pasarse por alto, sino, simplemente, que debe mencionarse la idea general que se tiene sobre ellos, pues de otra manera se debería hacer una selección adecuada y precisa del personal, elaborar un manual de procedimientos y un desglose de funciones, extraer y analizar los principales artículos de las distintas leyes que sean de importancia para la empresa, y como esto es un trabajo delicado y minucioso, se incluye en la etapa de proyecto definitivo.

1.5.2. Aspectos de Diseño Hidráulico

Referente al consumo de agua, es el líquido utilizada por un grupo cualquiera radicado en un lugar, este consumo estará en proporción directa al número de habitantes e igualdad al mayor o menor desarrollo de sus actividades comerciales e industriales.

Históricamente se ha creído que el consumo de agua depende única y exclusivamente del crecimiento poblacional, pero actualmente se ha demostrado que el consumo de agua es también influenciado por factores tales como el clima, nivel económico, la densidad de población, el grado de industrialización, el costo de las tuberías, fugas y existencia de alcantarillado sanitario (SNIP, 2008).

Se puede definir como agua potable, al líquido destinado para el consumo humano idealmente debe estar libre de sustancias químicas y biológicas que constituyan un peligro para la salud, y debe ser presentada para su uso eliminando aquellas propiedades físicas que le den un mal aspecto, color u olor.

El sistema de bombeo sumergible (MABE: Mini Acueducto de Bombeo Eléctrico) es un sistema de levantamiento artificial que emplea la energía eléctrica convertida en energía mecánica para levantar una columna de fluido desde un nivel determinado hasta la superficie, descargándolo a una determinada presión por medio de los diferentes elementos del sistema.

Como en todos los casos cuando se desea diseñar un sistema de abastecimiento se debe tomar en cuenta la disponibilidad de la fuente de suministro, condiciones para la operación como la disponibilidad de mantenimiento, la capacidad de pago de los usuarios y de acuerdo a las normas de diseño de un sistema de acueductos.

Las fuentes de agua (fuente de abastecimiento) constituyen el elemento primordial en el diseño de un sistema de abastecimiento de agua potable y previo a cualquier fase es necesario definir su ubicación, tipo, cantidad y calidad.

De acuerdo a la ubicación y naturaleza de la fuente de abastecimiento, así como a la topografía del terreno, el suministro de agua potable será por medio de agua subterránea por permitir la mejor selección técnica y económica que presenta la comunidad.

La capacidad de la fuente de abastecimiento estará sujeta al consumo promedio diario y a las variaciones de consumo, los estudios de agua subterránea deberán de hacerse para un período que comprenda el período de diseño. Los criterios de aceptación del pozo serán los siguientes:

- El caudal de explotación será obtenido a través de una prueba de bombeo de un mínimo de 24 horas a caudal constante y de una prueba a caudal variable con mínimo de cuatro etapas de una hora cada una. La recomendación del caudal máximo de explotación se hará de acuerdo al análisis de la prueba.
- El caudal de explotación de bombeo estará en función de un período de bombeo mínimo de 12 horas y un máximo de 16 horas.
- El caudal máximo recomendado de la explotación de un pozo deberá ser igual o superior a 1.5 del consumo promedio día (QPD).

- Disposición de la comunidad para operar y mantener el sistema.

La estación de bombeo está compuesta de una caseta de mampostería que incluye servicios de iluminación, ventilación y desagüe, que tiene como objetivo proteger donde se instalara los elementos de controles eléctricos, conexiones, equipo y sistema de cloración.

Las bombas verticales se utilizan para la extracción de aguas de pozos, el elemento se sumerge en un nivel de acuerdo a las pruebas de bombeo, pueden proporcionar una fuerza de elevación significativa pues no depende de las presiones del aire.

El tiempo de bombeo es en dependencia de la variación de los caudales en el lapso del tiempo del periodo de diseño del sistema de abastecimiento por el que se puede determinar los tiempos de trabajo de la bomba para satisfacer la demanda (NTON, 2001).

La línea de conducción debe de tener capacidad suficiente para conducir el caudal del consumo máximo día (CMD) el cual resulta en aplicar el factor de 1.5 al Consumo Promedio Diario (CPD), en los próximos 20 años, existen dos tipos de líneas de conducción debido a las características y naturaleza de la fuente de abastecimiento son las siguientes:

Línea de conducción por bombeo; se hace uso de una fuente externa de energía para impulsar el agua, desde la toma hasta el diseño de una línea de conducción por bombeo venciendo la carga estática y las perdidas por fricción en el conducto a trasladarse.

Línea de conducción por gravedad; esta se dispone, para transportar el caudal requerido aguas abajo, de una carga potencial entre sus extremos que puede utilizarse para vencer las pérdidas por fricción originadas en el conducto al producirse el flujo, pero en punto crítico deberá mantener una presión de 5 metros como mínimo y una

presión estática máxima de 70 metros, incorporando en la línea taquillas rompe presión donde sea necesario.

El almacenamiento en los sistemas de abastecimiento de agua, tienen como objetivos suplir la cantidad necesaria para compensar las máximas demandas que se presenten durante su vida útil, brindar presiones.

Los tanques de almacenamiento juegan un papel básico para el diseño del sistema de distribución de agua, así como su importancia en el funcionamiento hidráulico del sistema y el mantenimiento de un servicio eficiente. Además, equilibra el suministro de aportación constante dado por las bombas con régimen de demanda variable en la red de distribución. Esto se logra almacenando agua durante la noche cuando el consumo es bajo y la presión es alta, a esta agua almacenada se le conoce como volumen compensador.

La capacidad del tanque de almacenamiento se estimará igual al 35% del CPD. Este se ubica lo más cercano posible de la comunidad, el área debe estar cercada y se localiza a una altura que permita regular la presión de servicio (CNA, 2007).

Un tanque de almacenamiento cumple tres propósitos fundamentales:

- Compensar las variaciones de consumo diario (durante el día).
- Mantener las presiones de servicio en la red de distribución.
- Conservar un volumen de reserva para Atender situaciones de emergencia, tales como incendios, interrupciones en el servicio por daños en la tubería de conducción o de desabastecimiento de bombeo.

Existen dos tipos de tanques:

- Tanques apoyados en el suelo.
- Tanques elevados.

Una red de distribución es el conjunto de tuberías, accesorios y estructuras que conducen el agua desde tanques de almacenamiento hasta las tomas domiciliarias o hidrantes públicos; La red de distribución está formada por tubería principal, llamada circuitos troncales o maestras y por tuberías secundarias o de relleno. Las conducciones primarias o arterias principales forman el esqueleto del sistema de distribución, se sitúa de tal forma que transporta grandes cantidades de agua desde la estación elevada a los depósitos y de estos a las diferentes partes del área abastecida. Las conducciones secundarias forman anillos más pequeños dentro de las arterias principales entrelazándolas entre sí, transportando grandes cantidades de agua desde las arterias principales a las diferentes áreas para cubrir el suministro normal y el caudal para la extinción de incendios (Baltodano, 2003).

La red de distribución tiene las funciones de suministrar agua a los diferentes consumidores en cantidad suficiente y entregar agua sanitariamente segura.

La red de distribución se diseña para el consumo de máximo hora al final del período de diseño para determinar los diámetros de las tuberías y presiones mínimas de operación en el sistema de distribución.

Luego de haber comprendido algunos conceptos de vital importancia, para la realización de este documento, les presentamos algunos criterios de las normas rurales concernientes al “Diseño de Abastecimiento de Agua en el Medio Rural”, las cuales han sido actualizadas y ampliadas por el INAA (Instituto Nicaragüense de Acueductos y Alcantarillado), (INAA, 1989).

La población en la zona rural de Nicaragua ha venido creciendo y con ello la demanda de agua potable, así como su saneamiento; en este acápite se menciona las normativas que se aplica para el diseño de abastecimiento de agua y el saneamiento en la zona rural las cuales fueron aprobadas por el INAA en 2006 con el título: “Normas Rurales de Sistemas de Abastecimiento de Agua y Saneamiento” Estas normas afirman que:

La población rural se puede dividir en los siguientes segmentos:

- Rural Concentrado: Son poblaciones rurales de estabilidad relativa, en algunos casos con altas tasas de crecimiento poblacional. Su actividad socioeconómica está orientada principalmente a la comercialización a la ganadería y agricultura. Cuentan con algunos servicios básicos e infraestructura.
- Rural Disperso: Son grupos poblacionales que se asientan de forma diseminada en valles y comarcas de las diferentes regiones del país. Carecen de servicios básicos e infraestructura mínima. Alto esparcimiento de viviendas y bajos ingresos con tendencia a niveles de subsistencia.

Los criterios utilizados para los diferentes elementos del proyecto, están de acuerdo a lo establecido en los parámetros de diseños, comprendidos en el documento:

- Normas Técnicas: Diseño de abastecimiento de agua potable en la zona rural.
- Rural (NTON 09001-99) - INAA.

La población a servir es el parámetro básico, para dimensionar los elementos que constituyen el sistema.

La metodología generalmente aplicada, requiere la investigación de las tasas de crecimiento histórico, las que sirven de base para efectuar la proyección de población.

La información de datos poblacionales se puede obtener de las siguientes fuentes de información tales como: Censos nacionales de 1950, 1963 y 1995, INEC Y EL MINSA. Un sistema de abastecimiento de agua se proyecta de modo de atender las necesidades de la comunidad durante un determinado periodo. En este se fija para cada uno de los componentes de un sistema de abastecimiento de agua potable.

Cuadro 1 Períodos de diseños económicos de los componentes de un sistema de abastecimiento de agua potable

ELEMENTOS DEL SISTEMA	VIDA UTIL (años)
Pozos perforados	15
Línea de conducción	15
Tanque de almacenamiento	20
Red de distribución	15

Fuente: ENACAL

Una proyección de población es un cálculo que refiere el crecimiento aproximado previsto en el número de habitantes de un lugar para un año futuro dado la determinación del número de habitantes para los cuales ha de diseñarse el acueducto es un parámetro básico en el cálculo del caudal de diseño para una comunidad.

Es necesario determinar las demandas futuras de una población para prever en el diseño las exigencias, de las fuentes de abastecimiento, líneas de conducción, redes de distribución, equipo de bombeo, tanque de almacenamiento y futura extensiones del servicio. Por lo tanto, es necesario predecir la población futura para un número de años.

La dotación es la cantidad de agua, que se le asigna en un día a una persona, se expresa en litros por persona por día (lppd). La dotación debe cubrir las necesidades de consumo de la persona.

La dotación de agua, expresada como la cantidad de agua por persona por día está en dependencia de:

1- Nivel de servicio adoptado.

2- Factores geográficos.

3- Factores culturales.

4- Uso del agua

a) Para Sistemas de abastecimiento de agua potable, por medio de puestos públicos, se asignará un caudal de 30 a 40 lppd.

b) Para sistemas de abastecimiento de agua potable por medio de conexiones domiciliarias de patio, se asignará un caudal de 50 a 60 lppd.

c) Para los pozos excavados a mano y pozos perforados se asignará una dotación de 20 a 30 lppd.

Respecto a los miniacueductos por gravedad y captaciones de manantial, la población a servir estará en dependencia de las características de la población objeto del estudio, el tipo y configuración de la comunidad y las características tecnológicas de las instalaciones a establecerse. La población a servir por los pozos excavados a mano se estima como mínimo 6 familias de 6 miembros o sea 36 personas por pozo. En los pozos perforados la población a servir se estima como mínimo de 100 personas por pozo.

En lo que concierne al nivel de servicio, es la forma de suministrar el agua potable, para esta comunidad es una conexión domiciliarias de patio, a los cuales se les aplicará una dotación de 50 - 60 l/p-d, lo cual es la indicada por las Normas Técnicas Obligatorias Nicaragüense (NTON 09001-99), esto fue asumido de esta manera dado que consiste en una llave domiciliar única colocada en el patio de la vivienda.

Se denominan tres tipos de nivel de servicio según la capacidad de la fuente de abastecimiento:

Respecto a la conexión domiciliar de patio podemos afirmar que reciben el servicio individualmente en sus viviendas, por medio de conexiones domiciliarias conectadas a una red pública. Esta puede estar ubicada fuera de la vivienda (un punto de agua al exterior de la vivienda).

Es la instalación que se deriva de la tubería de la red de distribución de agua y termina dentro del predio del usuario alimentando varios artefactos sanitarios. Reciben el servicio a través del acceso de pequeñas fuentes de abastecimientos de agua de uso exclusivo, o a partir de piletas publicas abastecidas por una red. Las familias deben trasportar el agua hasta su domicilio.

El consumo promedio diario se obtiene de la dotación de acuerdo al nivel de servicio adoptado por la cantidad de usuarios.

Formulado de la siguiente manera:

$$\text{CPD} = \text{Dotación} * \text{Habitantes} = \text{l/d}$$

Ecuación 1 Cálculo de consumo promedio diario

La variación de consumo se divide en consumos de máximo día (CMD) y consumo máximo hora (CMH), se vinculan los factores de consumo 1.5 para (CMD) y 2.5 para (CMH) con respecto al consumo promedio diario respectivamente.

$$\text{CMD} = 1.5 * \text{CPD}$$

Ecuación 2 Consumo Máximo Día

$$\text{CMH} = 2.5 * \text{CPD}$$

Ecuación 3 Consumo Máxima Hora

Para brindar presiones propicias en el funcionamiento del sistema de agua potable se recomienda que éstas se cumplan dentro de un rango permisible en los valores siguientes: (ENACAL, 1989).

Cuadro 2 Presiones propicias en el funcionamiento del sistema de agua potable

Presión mínima	5 metros
Presión máxima	50 metros

Fuente: ENACAL.

La velocidad recomendada para el flujo en la línea de los conductos está brindada de las normas de INAA de modo de prevenir una degradación o erosión en las tuberías esta son las siguientes:

- Velocidad mínima 0.4 m/s.
- Velocidad máxima 2.0 m/s.

Las pérdidas totales se fijan como un porcentaje del consumo promedio diario cuyo valor no deberá ser mayor del 20%, para sistemas nuevos.

1.5.3. Aspectos de Evaluación Socioeconómica

Concerniente a la evaluación socioeconómica, esta puede ser definida como una medida total que combina la parte económica y sociológica de la preparación laboral de una persona y de la posición económica y social individual o familiar en relación a otras personas. Además, es un indicador importante en todo estudio demográfico; según Gottfried, 1985 y Hauser, 1994 incluye tres aspectos básicos: los ingresos económicos, nivel educativo y ocupación de los padres (Oscar Eduardo Vera-Romero, 2013).

El libro (Cruz, 2001) define a la inversión como la aportación de recursos para obtener un beneficio futuro. Conjunto de recursos que se emplean para producir un bien o servicio y generar una utilidad.

Es de suma importancia mencionar que una inversión contempla tres variables: el rendimiento esperado (cuánto se espera ganar), el riesgo aceptado (qué probabilidad hay de obtener la ganancia esperada) y el horizonte temporal (cuándo se obtendrá la ganancia) (Perez, 2009).

Se entiende como proyecto de inversión a toda inversión que genera efectos o impactos de naturaleza diversa, directos, indirectos, externos e intangibles. Estos últimos rebasan con mucho las posibilidades de su medición monetaria y sin embargo no considerarlos resulta pernicioso por lo que representan en los estados de ánimo y definitiva satisfacción de la población beneficiaria o perjudicada (Cruz, 2001).

El proyecto de inversión es un plan que, si se le asigna determinado monto de capital y se le proporcionan insumos de varios tipos, producirá un bien o un servicio, útil al ser humano o a la sociedad (Urbina G. B., 2010).

A toda actividad encaminada a tomar una decisión de inversión sobre un proyecto se le llama evaluación de proyectos (Urbina G. B., 2010).

La evaluación económica describe los métodos actuales de evaluación que toman en cuenta el valor del dinero a través del tiempo, como son la tasa interna de rendimiento y el valor presente neto; se anotan sus limitaciones de aplicación y se comparan con métodos contables de evaluación que no toman en cuenta el valor del dinero a través del tiempo, y en ambos se muestra su aplicación práctica (Urbina G. B., 2010).

Se entiende como flujo neto efectivo “la diferencia entre los ingresos netos y los desembolsos netos, descontados a la fecha de aprobación de un proyecto de inversión con la técnica de “valor presente”.

El valor actual neto (VANZ) es el método más conocido, mejor y más generalmente aceptado por los evaluadores de proyectos. Mide el excedente resultante después de obtener la rentabilidad deseada o exigida y después de recuperar toda la inversión (Chain N. S., 2011).

Cuadro 3 Criterios de Selección del Valor Actual Neto

CRITERIO	INTERPRETACIÓN DE LOS RESULTADOS
$VANZ > 0$	Mostrará cuánto se gana con el proyecto, después de recuperar la inversión, por sobre la tasa de retorno que se exigía al proyecto
$VANZ = 0$	Indica que el proyecto reporta exactamente la tasa que se quería obtener después de recuperar el capital invertido
$VANZ < 0$	Muestra el monto que falta para ganar la tasa que se deseaba obtener después de recuperada la inversión. Un VANZ negativo indica que rentabilidad es inferior a la exigida por los inversionistas.

Fuente: (Chain N. S., 2011)

El criterio de la tasa interna de retorno (TIRE) evalúa el proyecto en función de una única tasa de rendimiento por periodo, con la cual la totalidad de los beneficios actualizados son exactamente iguales a los desembolsos expresados en moneda actual (Preparacion y evaluacion de proyectos, 2014)

El TIRE mide la rentabilidad como porcentaje. El TIRE tiene cada vez menos aceptación como criterio de evaluación. Por tres razones principalmente:

- No sirve para comparar proyectos, por cuanto una TIRE mayor no es mejor que una menor, ya que la conveniencia se mide en función de la cuantía de la inversión realizada

- Múltiples TIRE. Cuando hay cambios de signo en el flujo de caja durante la operación del proyecto puede haber tantas TIRE como cambios de signos
- No sirve en los proyectos de desinversión. La TIRE muestra la tasa que hace equivalentes los flujos actualizados negativos con los positivos, sin discriminar cuál es de costo y cuál es de beneficio para el inversionista (Chain N. S., 2011).

Cuadro 4 Criterios de Selección de la Tasa Interna de Retorno

CRITERIO	INTERPRETACIÓN DE LOS RESULTADOS
TIRE>Criterio	Se acepta la inversión.
TIRE<Criterio	Se rechaza la inversión.

Fuente: (Chain N. S., 2011)

Nota: La TIRE será máxima cuando el VANZ es “Cero”

El periodo de recuperación de la inversión (PRI) es el tercer criterio más usado para evaluar un proyecto y tiene por objeto medir en cuánto tiempo se recupera la inversión, incluyendo el costo de capital involucrado (Chain N. S., 2011).

Cuadro 5 Criterios de Selección del Periodo de Recuperación de Inversión

CRITERIO	INTERPRETACIÓN DE LOS RESULTADOS
PRI>Criterio	Se rechaza la inversión.
PRI<Criterio	Se acepta la inversión.

Fuente: (Chain N. S., 2011)

Nota: Cuanto más corto el periodo de reembolso, mejor

La relación beneficio costo pretende determinar la conveniencia de un proyecto mediante la valoración en términos monetarios de todos los costos y beneficios derivados directa e indirectamente del proyecto. Se calcula dividiendo el valor presente de los beneficios dividido por el valor presente de todos los costos (Chain S. , 2004)

Cuadro 6 Criterio De selección de la relación Beneficio - Costo

CRITERIO	INTERPRETACIÓN DE LOS RESULTADOS
$B/C > 1$	Si la razón de costo-beneficio es mayor que 1, los beneficios son mayores que los costos.
$B/C = 1$	Si la razón de costo-beneficio es igual que 1, los costos son iguales que los beneficios y tenemos una situación o punto de equilibrio financiero.
$B/C < 1$	Si la razón de costo-beneficio es menor que 1, los costos son mayores que los beneficios.

Fuente: (Chain S. , 2004)

Nota: Cuanto mayor sea la razón B/C, mejor.

En un flujo de inversión (egreso inicial y flujos positivos a futuro), pueden darse varias situaciones en la relación del VANZ con la TIRE:

Cuadro 7 VANZ y TIRE Combinados para tomar decisiones de inversión

CRITERIO	INTERPRETACIÓN DE LOS RESULTADOS
$VANZ > 0$ y $TIRE > \text{Criterio}$	La rentabilidad es superior a la exigida después de recuperar toda la inversión; a determinada tasa de corte.
$VANZ = 0$ y $TIRE = \text{Criterio}$ o Máxima	La rentabilidad es igual a la exigida después de recuperar toda la inversión; a determinada tasa de corte.
$VANZ < 0$ y $TIRE < \text{Criterio}$	La rentabilidad es inferior a la exigida. Es decir que el proyecto no brinda el retorno mínimo según el criterio.
$VANZ < 0$ y $TIRE = 0$	La rentabilidad es 0. No invertir. No considerar el proyecto.
$VAN < 0$ y $TIR < 0$	La rentabilidad es menor que 0. No considerar el proyecto.

Fuente: (Chain S. , 2004)

Nota. Por lo general los evaluadores de proyectos realizan los análisis de factibilidad de los proyectos combinando los métodos de VANZ, TIRE y Periodo de recuperación.

Cuadro 8 Tabla de Resumen

CRITERIO	INTERPRETACIÓN DE LOS RESULTADOS
Valor presente (VP)	Se escogerá el proyecto con el valor presente más alto.
Valor presente neto(VPN, NPV, VANZ)	Se escogerá el proyecto con el VPN más alto, o por lo menos $VPN \geq 0$.
Tasa interna de retorno (TIRE,IRR)	Se escogerá el proyecto con el TIRE más alto y además $TIRE \geq$ que el costo de capital de la empresa.
Periodo de recuperación (Payback period)	Se escogerá el proyecto que tenga el periodo de recuperación (semana, meses, años) más corto.
Análisis costo-beneficio (B/C)	Se escogerá el proyecto que tenga la razón costo beneficio más alta o en su defecto que sea por lo menos igual a 1.

Fuente: (Chain S. , 2004)

Nota: Todos los métodos indicados se utilizan para comparar dos o más proyectos entre sí.

Se denominan activos fijos a aquellos que representan bienes tangibles propiedad de la empresa que se encuentran clasificados dentro del activo no circulante fijo que tienen como objetivo utilizarlos en las operaciones normales de la misma (Contabilidad financiera).

Mientras que los activos diferidos están integrados por valores cuya recuperabilidad está condicionada generalmente por el transcurso del tiempo; es el caso de inversiones realizadas por el negocio y que en un lapso se convertirán en gastos (MARTÍNEZ, 2015).

Referente al capital de trabajo, como su nombre lo indica es el fondo económico que utiliza la empresa para seguir reinvertiendo y logrando utilidades para así mantener la operación corriente del negocio.

“Los costos de operación o costos de funcionamiento del proyecto son aquellos que ocurren luego del inicio, construcción o instalación de la nueva capacidad productiva hasta la finalización de su vida útil. Se obtienen a partir de la valoración monetaria de los bienes y servicios que deben adquirirse para mantener la operatividad y los beneficios generados o inducidos por el proyecto” (Guía de diseño de proyectos sociales, 2011).

(Urbina G. B., 2010) enseña que el cálculo del mantenimiento es similar al del control de calidad. Los promotores del proyecto deberán decidir si esta actividad se realiza dentro de la empresa o si se contrata un servicio externo. Si se decide realizarla internamente existe la misma consideración de necesidades de inversión en equipo, área disponible, personal capacitado.

Se conocen como costos de administración a los costos que provienen de realizar la función de administración en la empresa. Sin embargo, tomados en un sentido amplio, no sólo significan los sueldos del gerente o director general y de los contadores, auxiliares, secretarias, así como los gastos generales de oficina (Urbina G. B., 2010).

Costos financieros son los intereses que se deben pagar en relación con capitales obtenidos en préstamo. Algunas veces estos costos se incluyen en los generales y de administración, pero lo correcto es registrarlos por separado, ya que un capital prestado puede tener usos muy diversos y no hay por qué cargarlo a un área específica. La ley tributaria permite cargar estos intereses como gastos deducibles de impuestos (Urbina G. B., 2010).

La inversión inicial comprende la adquisición de todos los activos fijos o tangibles y diferidos o intangibles necesarios para iniciar las operaciones de la empresa, con excepción del capital de trabajo (Urbina G. B., 2010).

Activo tangible (que se puede tocar) o fijo, a los bienes propiedad de la empresa, como terrenos, edificios, maquinaria, equipo, mobiliario, vehículos de transporte,

herramientas y otros. Se le llama fijo porque la empresa no puede desprenderse fácilmente de él sin que ello ocasione problemas a sus actividades productivas (a diferencia del activo circulante) (Urbina G. B., 2010).

Se percibe por activo intangible al conjunto de bienes propiedad de la empresa, necesarios para su funcionamiento, y que incluyen: patentes de invención, marcas, diseños comerciales o industriales, nombres comerciales, asistencia técnica o transferencia de tecnología, gastos preoperativos, de instalación y puesta en marcha, contratos de servicios (como luz, teléfono, internet, agua, corriente trifásica y servicios notariales) (Urbina G. B., 2010).

1.6. Diseño metodológico

1.6.1. Tipo de investigación

Esta investigación será de tipo descriptiva, ya que se recopilarán y procesarán los datos a través de censos, encuestas, guías de observación, guías de análisis documental o revisión bibliográfica.

La investigación se realizará en las comunidades de loma linda y paso ancho en el municipio de Santa Rosa del peñón en el departamento de León. Se realizarán visitas de campo al sitio, así como una recopilación de información esencial para el proyecto como características de población y las comunidades, registros de datos económicos (economía y empleo), datos sobre salud, educación, otros servicios básicos como la energía eléctrica, situación base de los indicadores de agua(cobertura de agua potable, sistemas de abastecimiento e higiene), disponibilidad de la población para participar en el proyecto y características topográficas de la localidad misma para proponer la ubicación idónea del sistema de agua.

1.6.2. Descripción del universo de estudio

Las comunidades de Loma Linda y Paso Ancho cuentan con una población total de 434 habitantes, según el censo poblacional proporcionado por FISE en 2017. La encuesta se realizará a las 119 familias que habitan estas comunidades y no se hará uso de una muestra representativa debido a la importancia de recolectar información de todos los usuarios, por ejemplo; disponibilidad de pago y a su vez la integración de la población en el proyecto.

1.6.3. Descripción de fuentes de información

Para este tipo de investigación se hará uso de dos tipos de fuentes de información.

La fuente primaria es un material que brinda información relevante, ésta se obtiene por medio de encuestas, entrevistas a personas jurídicas o naturales relacionadas con este proyecto, como la alcaldía municipal, habitantes del sector, entre otros.

En este proyecto la fuente primaria de estudio, serán los pobladores de las comunidades de Loma Linda y Paso Ancho a los que se les practicará una encuesta para conocer los aspectos sociales y económicos de las comunidades.

Se conoce como fuentes secundarias a aquellas que reúnen la información escrita que existe sobre el tema, ya sean estadísticas del gobierno, libros, datos, manuales, fuentes de información, revistas y catálogos.

1.6.4. Procedimiento para la recolección de la información

En este trabajo monográfico se consultará fuentes primarias tales como encuestas a la población en general de las comunidades de Loma Linda y Paso Ancho, cabe mencionar que esta fuente servirá para conocer aspectos económicos y sociales, que serán de gran ayuda para tratar de buscar alternativas para la solución de la problemática, además de tocar temas como niveles de ingresos y facilidades de pago de estas comunidades.

Las encuestas representan una de las más confiables fuentes de información, debido a su naturaleza de implementación logrando un contacto directo con la población en objetivo.

1.6.5. Tipo de análisis y procesamiento de la información

La siguiente descripción está dada de forma general: la información obtenida mediante los diferentes tipos de fuentes se procesará para obtener datos numéricos que faciliten la creación de gráficos utilizando la aplicación de cálculo Excel como la herramienta

principal. La información sintetizada se implementará para la creación de los gráficos y esquemas pertinentes.

1.6.6. Estudio Técnico

- Determinación del tamaño óptimo de la planta

En un estudio técnico es necesario determinar el tamaño adecuado que tendrá el proyecto para que este cumpla con la demanda requerida por la población, para este tipo de proyecto (Sistema MABE) es de suma importancia proyectar la demanda a 20 años, ya que según normas técnicas este es la vida útil de este tipo de sistemas por lo tanto será de suma importancia proyectar la población dicho período.

La población a servir es el parámetro básico para dimensionar los elementos que constituyen el sistema.

La metodología generalmente aplicada, requiere la investigación de las tasas de crecimiento histórico, las que sirven de base para efectuar la proyección de la población.

El método utilizado para la proyección poblacional es el método geométrico, ya que este presenta mejores representaciones de crecimiento en países en desarrollo el cual es el caso de Nicaragua.

Con la siguiente formula se calcula la población futura a través del método Geométrico:

$$P_n = P_0(1 + r)^n$$

Ecuación 4 Proyección De la Población para **n** años

Donde:

P_n = Población del año “n”

P_o = Población al inicio del periodo de diseño

r = Tasa de crecimiento en el periodo de diseño expresado en notación decimal.

n = Número de años que comprende el periodo de diseño.

Si no se dispone de datos de población al inicio del periodo de diseño, deberá efectuarse un censo poblacional por medio de los representantes comunitarios previamente entrenados. Conviene conocer la tasa de crecimiento histórico nacional, para compararla con la obtenida en cada caso particular. Los valores anuales varían de 2.5% a 4%. El proyectista deberá justificar la adopción de tasas de crecimiento diferente a los valores indicados.

Variaciones de consumo:

Para suministrar eficientemente agua a la comunidad, es necesario que cada una de las partes que constituyen el sistema satisfaga las necesidades reales de la población; diseñando cada estructura de tal forma que las cifras de consumo y variaciones de las mismas, no desarticulen todo el sistema, sino que permitan un servicio de agua eficiente y continuo. La variación del consumo está influenciada por diversos factores tales como: tipo de actividad, hábitos de la población, condiciones de clima, entre otros.

Las variaciones de consumo se expresarán como factores de demanda promedio diaria, y sirven de base para el dimensionamiento de la capacidad de obras de captación, línea de conducción y red de distribución, etc. Estos valores son los siguientes:

- ❖ Consumo máximo día (CMD)=1,5CPD (Consumo promedio diario).
- ❖ Consumo máximo hora (CMH)=2.5CPD (Consumo promedio diario).

- Determinación de la localización óptima de la planta

El estudio topográfico se realizará con la estación total para conocer las distancias, elevaciones y ángulos de dibujo, aplicando los principios básicos obtenidos en clase para elaborar el diseño geométrico de la red, y así proceder al cálculo hidráulico de la tubería de la línea de conducción y red de distribución.

Se obtendrá información a través de la población, para determinar las fuentes de abastecimiento más cercanas (pozos). Con la obtención de la información respecto a la ubicación y con los datos que se obtendrán en el levantamiento topográfico se puede determinar, cual es la fuente más eficiente para el diseño hidráulico.

Para la ubicación del tanque se analizará el sitio adecuado topográficamente lo más cerca posible de la red de distribución y de acuerdo a su ubicación el tanque de almacenamiento puede ser de alimentación cuando se ubica entre la fuente de abastecimiento y la red de distribución o de excedencia (cola), cuando se ubica dentro o fuera de la red. Posterior al punto geográfico de ubicación de éste se procederá a un análisis topográfico e hidráulico para determinar si la elevación a nivel de suelo es adecuada para abastecer la demanda o si será necesario la construcción de un tanque elevado (con torre).

- Ingeniería del proyecto

La ingeniería a emplear será un sistema de bombeo sumergible (MABE: Mini Acueducto de Bombeo Eléctrico), éste consiste en un levantamiento artificial que emplea la energía eléctrica convertida en energía mecánica para levantar una columna de fluido desde un nivel determinado hasta la superficie, descargándolo a una determinada presión por medio de los diferentes elementos del sistema.

Las fuentes de información secundaria a utilizar en esta investigación serán normas y manuales.

Normas Técnicas: Diseño De Abastecimiento De Agua Potable En La Zona Rural.

Normas técnicas para el diseño de sistemas de abastecimiento de agua potable en el medio rural y para el saneamiento básico rural. Elaboradas por INAA.

“Operación y mantenimiento de mini acueducto por gravedad (MAG)”. Fondo de inversión social de emergencia (FISE).

Guía de pre inversión para proyectos de agua potable rural. Sistema Nacional de inversiones públicas (SNIP).

Metodología de pre inversión para proyectos de agua y saneamiento. (SNIP).

Manual de mantenimiento para sistemas de abastecimiento.

1.6.7. Estudio socioeconómico

La realización de un estudio socioeconómico permite desarrollar de manera más eficiente el proyecto, porque éste proporciona información útil, como las necesidades básicas y la situación actual de la población donde se llevará a cabo la obra, esta averiguación estará acorde a la encuesta del manual de administración del ciclo del proyecto (MACPM) publicado por el FISE.

- Análisis económico social.

Durante el estudio socioeconómico de estas comunidades se determinará la disposición de pagos de la población, tanto en efectivo, durante la construcción del proyecto y en el proceso de operación y mantenimiento del sistema.

Además, se identificarán los beneficios sociales que obtendrá la población una vez puesto en operación un sistema de abastecimiento de agua potable, el cual será mejorado en calidad y también en su funcionamiento. Cabe destacar que el sistema reducirá grandemente el índice de enfermedades de origen hídrico, así como el ahorro de dinero efectivo.

En éste se presentará el análisis de costos de inversión, así como los egresos en concepto de construcción del sistema (inversión) y los gastos a realizar durante la etapa de operación y mantenimiento del proyecto.

Durante el estudio socioeconómico se revisará el nivel de eficiencia y eficacia de la inversión medido mediante indicadores económico, los cuales serán comparados con los indicados en el Manual de Ejecución de Proyectos de Agua y Saneamiento (MEPAS) del Nuevo FISE.

- Estimación de costos

Se estimarán los costos del proyecto construcción del sistema de agua potable para su posterior análisis de prefactibilidad. Las estimaciones de dichos costos serán determinados mediante la elaboración de un presupuesto.

- Indicadores sociales de rentabilidad.

Al igual que en el sector privado se consideran el VAN, TIR, R B/C como indicadores de carácter económico, en este con sus análogos VANE, TIRE, R B/C respectivamente. Las definiciones de estos se encuentran plasmadas en el marco teórico.

CAPITULO II: DIAGNÓSTICO DE SITUACION ACTUAL

2.1. Límites y localización

2.1.1. Macro localización

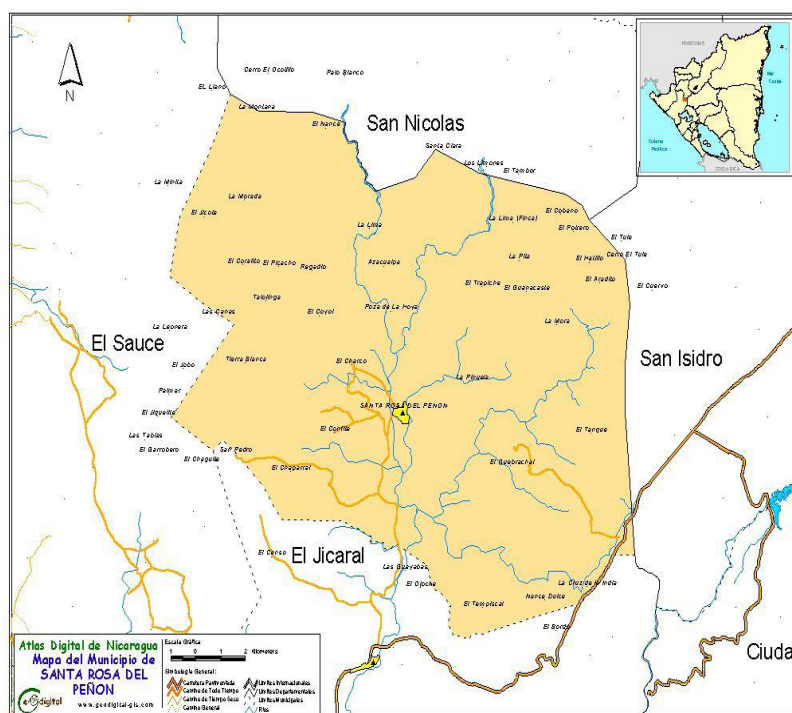
Santa Rosa del Peñón es un municipio perteneciente al departamento de León, limita al norte con el municipio de San Nicolás del departamento de Estelí, al sur con el municipio de El Jicaral localizado en León, al este con el municipio de San Isidro del departamento de Matagalpa y al oeste con el municipio de El Sauce, que se encuentra en León. Las coordenadas de la posición geográfica del municipio son 12° 48' de latitud Norte y 86° 22' de longitud Oeste. El municipio de Santa Rosa del Peñón está localizado a 84 kilómetros (km) de la cabecera departamental de León y a 174 km de Managua, capital de la república de Nicaragua.

Las comunidades Loma Linda y Paso Ancho se encuentran en el límite de la cabecera municipal Santa Rosa del Peñón, las divide el Río Sinecapa, a una distancia del casco urbano de 200 metros.

Estas comunidades se encuentran de manera dispersa a una distancia de 1 kilómetros entre ellas, La población total en ambas comunidades es de 456 habitantes, para el final del diseño del proyecto de 747 habitantes, datos proporcionados de acuerdo al censo de poblacional realizado en ambas comunidades.

Mediante la utilización de herramientas Gis y hojas topográficas 2954 III, se logró la ubicación y delimitación del área de influencia de cada comunidad que abarca en un 100% toda la población de las mismas, como se muestra a continuación.

Mapa 1 Macro localización



Fuente: Atlas Digital de Nicaragua.

2.1.2. Micro localización

El proyecto esta micro localizado en el municipio de Santa Rosa del Peñón, a continuación se describe la organización territorial del municipio.

El municipio de Santa Rosa, se encuentra dividido territorialmente en zonas, a su vez también se distingue el área urbana que comprende 4 zonas, cada una integrada por un barrio entre ellos una Mina y en el sector rural 12 Sectores integrados por 33 comarcas, como se presenta a continuación:

Cuadro 9 División territorial del municipio de Santa Rosa del Peñón

Área	Zonas	Barrios	Comarcas	Otros (Mina)
URBANA	Zona 1	Antonio Ibáñez		
	Zona 2	Barrio Sandino		
	Zona 3	Loma linda		
	Zona 4	Máximo Jerez		
				Mina La India
RURAL			33	

Fuente: Alcaldía Municipal de Santa Rosa del Peñón

La zona Rural del Municipio de Santa Rosa del Peñón se compone de distintos sectores, en los cuales se contabilizarón hasta 12 sectores, estos a su vez se dividen en distintas comarcas, cada uno de estas contempla una parte de la población total de dicho Municipio.

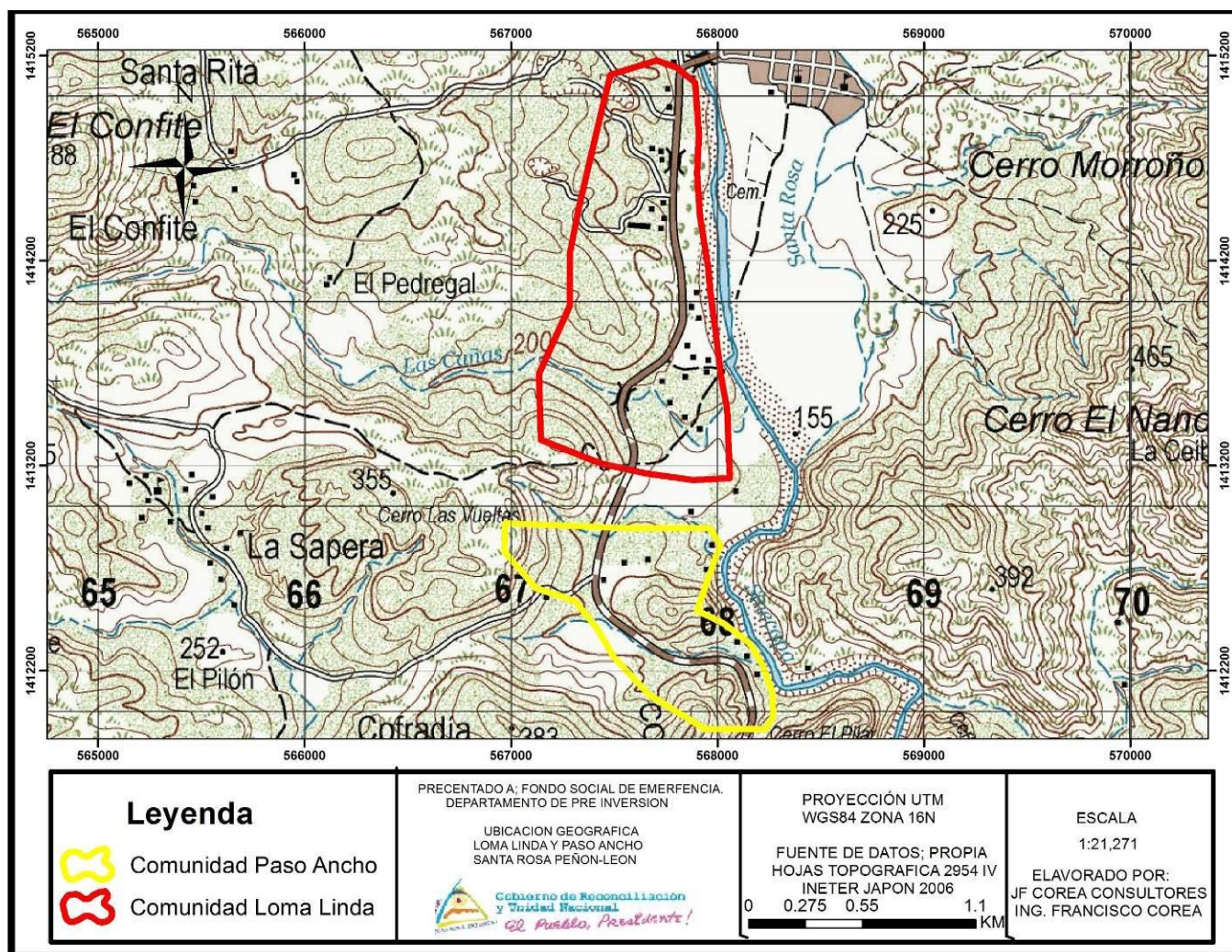
Cuadro 10 Comarcas de la zona rural de Santa Rosa del Peñón

SECTORES	COMARCAS
Sector N° 1	La Lima, Azacualpa, Huacalpizque
Sector N° 2	Hato Viejo, El Hatillo
Sector N° 3	El Boquerón, La Mora, Las Piñuelas
Sector N° 4	El Tanque, El Talpetate, Agua Fría, Nance Dulce, La Cruz de la India
Sector N° 5	El Quebrachal, Ocotillo
Sector N° 6	Azapera, El Chaparral, El Confite
Sector N° 7	Tierras Blancas, Buena Vista, La Pita, Santa Rita
Sector N° 8	El Picacho, Talolinga
Sector N° 9	El Jicote, Las Cañas

SECTORES	COMARCAS
Sector N° 10	Terrero Blanco, La Morada, Las Quebradas
Sector N° 11	El Regadío, El Coyol, El Charco
Sector N° 12	Santa Rosa del Peñón, Paso Ancho

Fuente: Alcaldía Municipal de Santa Rosa del Peñón

Mapa 2 Micro localización



Fuente: FISE

2.2. Generalidades

El Municipio lleva el nombre de Santa Rosa del Peñón en honor a su Patrona Santa Rosa de Lima, también la Cabecera Municipal lleva el mismo nombre. Una versión cuenta que aproximadamente a finales de 1,724 unos sacerdotes definieron el nombre del poblado en honor a la imagen de la Virgen de Santa Rosa de Lima (Perú), otra versión plantea que se le llamó del Peñón por una peña que se encuentra en la comunidad de El Coyol.

Se conoce que fue fundado en tiempos de la Colonia por emigrantes y trabajadores de compañías españolas y posteriormente norteamericanas que venían en busca de la explotación minera y en particular de minas de oro. Como era costumbre en la época colonial, los asentamientos se fundaban a partir de la existencia de comunidades autóctonas, en este caso de origen náhuatl. Se afirma que se fundó a causa de la actividad minera que era un atractivo para obtener ingresos, producto de ello se han encontrado excavaciones antiguas de minas de oro y cal que fueron explotadas por colonizadores españoles.

Según Soriano y Guerrero, nos evidencia que el Municipio de Santa Rosa del Peñón está dentro de los Municipios más antiguos, ya que en 1858 fue creada la jurisdicción de León con sus municipios, en el cual incluye a Santa Rosa como Municipio. Sin embargo, otros Municipios para esa fecha eran comarcas o valles como el Jicaral, Achuapa y San Nicolás, este último actualmente pertenece al Departamento de Estelí.

2.2.1. Medio ambiente

La vegetación de las comunidades presenta un área de bosque seco caducifolio y bosque de pino en las comunidades más altas del municipio como son Hatillo, Terrero Blanco y Jicote, estos bosques han sustentado algunas necesidades para las familias, para la construcción y reparación de sus viviendas, además son áreas de recarga hídricas para abastecer las fuentes de agua de consumo humano de las familias de las comunidades de este municipio. Además, estas áreas de bosque que se

encuentran en la parte alta del municipio alimentan la cobertura de agua de quebradas que desembocan en el río Sinecapa, pero estas han sido afectadas por el despale, incendio y sequía en los últimos años.

2.2.2. Suelos

Luego de realizar una serie de estudios, con el propósito de clasificar los suelos de la zona, se logró categorizar como se muestra a continuación.

Entisoles: Este orden agrupa todos los suelos cuya evolución es incipiente, y que por una u otra causa no han podido desarrollar horizontes genéticos. Los Entisoles de la región presentan un epipedón ócrico, que corresponde a un horizonte “A” delgado con bajo contenido de materia orgánica, sobre materiales frescos sin ningún grado de desarrollo, o como producto de superficies fuertemente erosionadas. Presentan suelos con una secuencia de horizontes A-C, sin desarrollo de horizontes genéticos.

Inceptisoles: son suelos minerales de desarrollo incipiente, de poco profundos a muy profundos; el horizonte superficial es de colores claros (epipedón ócrico) o de colores oscuros (epipedón úmbrico) y el subsuelo tiene un horizonte alterado (horizonte cámbico) de textura franco arenosa muy fina a arcillosa, con estructura de suelo o ausencia de estructura de roca por lo menos en la mitad del volumen. Se presentan en relieve de plano a muy escarpado, la fertilidad se presenta de muy baja a alta. Son desarrollados de sedimentos aluviales, fluviales, coluviales, de cenizas volcánicas, de Rocas básicas y ácidas.

El drenaje natural interno de estos suelos varía de muy pobre a bien drenados y el nivel freático de muy superficial a muy profundo, con inundaciones ocasionales o prolongadas durante las épocas lluviosas. La textura superficial de estos suelos varía de acuerdo a su ubicación: en la región del Pacífico sus texturas son de arena franca hasta arcillosa, con coloraciones de pardo a pardo rojizo y pardo grisáceo. La textura y la coloración del subsuelo varía también de ubicación y material de origen: en la región del Pacífico su textura y coloración es franco arcilloso y franco arcillo arenoso,

pardo oscuro y en algunos casos con coloraciones pardo rojizo oscuro, las profundidades son de poco profundo a muy profundo (60 a >120 cm.).

Vertisoles (Sonzocuite): Son suelos jóvenes, originados de materiales transportados de las partes más altas de las laderas y depositados en las partes bajas, presentan horizontes A1, A2, y A3. El proceso de formación predominante es el de haploidización que lo mantiene homogeneizado, es decir con poca diferenciación de horizontes al estar continuamente mezclándose; otro proceso es la gleyzación por presentar condiciones anaeróbicas y problemas de drenaje que los caracterizan como suelos hidrométricos. Son suelos arcillosos, oscuros; predominan las arcillas del tipo montmorillonita que poseen propiedades de dilatación y contracción.

2.2.3. Relieve

En lo que comprende al territorio de dichas comunidades, se contempla que geográficamente pertenecen a las tierras altas del interior, con altitudes que varían entre los 200 y los 1,000 metros sobre el nivel medio del mar (msnm). Las formas de relieve predominantes son: altiplanicies, mesas, cuestras, cordilleras, serranías, colinas aisladas, terrenos montañosos quebrados a muy escarpados, con pendientes que varían entre 15% y 75% y más; alineamientos de lomas montañosas y colinas onduladas.

Topográficamente las comunidades Loma Linda y Paso Ancho, se caracterizan por colinas de elevaciones importantes, relieve tropical seco y accidentado, las elevaciones principales de las comunidades varían entre 355 msnm y 393 msnm. Los puntos más altos que se destacan son: Cerro El Confite (488 msnm) costado izquierdo de la carretera principal y por el margen derecho el cerro El Nancital 465 msnm. No se encuentran planicies ni valles intramontañosos debido a que estas comunidades se encuentran en la parte más alta de la cabecera municipal consideradas como parte aguas.

Desde el punto de vista geomorfológico, la comunidad Loma Linda y Paso Ancho se encuentra en el área de la Región Central llamada: Tierras Altas del Interior. Las características topográficas predominantes, son cordilleras, lomas alineadas, cuestras, pertenecientes al corredor seco.

2.2.4. Clima

Respecto al clima predominante en el área del entorno es de Sabana Tropical seco y cálido según la clasificación W. Koppen, con una precipitación media anual de 1,000 mm y temperatura media anual de 27 grados centígrados (°C). La precipitación tiene un carácter orográfico, torrencial y variable. La intensidad del viento es mayor en los meses de diciembre a mayo, en tanto que la evaporación es ascendente en el verano, siendo abril el que registra el dato más alto y casi mínimo en diciembre.

El comportamiento de la temperatura media en este Municipio, oscila entre 26.4 y 24.7 °C, con anomalías que varían de -0.7 a 1.0°C, o sea que la temperatura media no es muy variable teniendo una amplitud de 1.7°C, con tendencia es positiva, aumentando muy ligeramente. El comportamiento de la temperatura máxima absoluta oscila entre 38.9 y 34.8 °C, con anomalías que varían de -1.7 a 2.2 °C, o sea que la temperatura máxima absoluta no es poco variable, teniendo una amplitud de 4.1°C, con tendencia positiva, aumentando muy ligeramente. El comportamiento de la temperatura mínima absoluta oscila entre 15.0 y 12.0 °C, con una anomalía que varía de -1.6 a 1.4 °C.

El Municipio de Santa Rosa del Peñón se ubica en la región climática de Nicaragua clasificada como Clima Tropical de Sabana, delimitada al occidente de la isoyeta de 2,000 milímetros (mm).

2.2.5. Precipitación

La zona en estudio, presenta una precipitación pluvial promedio anual de 600 a 1,000 mm, con una distribución regular principalmente en los meses de mayo a noviembre.

2.2.6. Recursos hídricos

Gracias a su ubicación geográfica, la zona en estudio, cuenta con recursos hídricos importantes como son el río Sinecapa y río Huacalpisque que provienen de la parte alta del municipio vecino de San Nicolás que también son alimentado por pequeñas quebradas; éstas quebradas y el río son la principal fuente de abastecimiento que los productores utilizan para consumo humano y el ganado. La quebrada Las piñuelas es la principal fuente de abastecimiento de consumo humano para los pobladores del casco urbano del municipio. La principal problemática es debido al despale por avance de la frontera agrícola, quemas agrícolas y sequía, estos recursos hídricos en época de verano se secan.

2.2.7. Amenazas naturales

Referente a las principales vulnerabilidades a las que está expuesta la población del municipio de Santa Rosa del Peñón según la caracterización realizada son: Deslizamientos, sismos e inundaciones.

Ante deslizamientos

Hay dos fallas geológicas según el INETER ubicadas en las comunidades de Jicote y Picacho, las cuales ante un evento de esta naturaleza afectaría a las 33 comunidades del municipio y los 8 barrios urbanos.

Ante Inundaciones

Santa Rosa del Peñón posee 3 Comunidades y un barrio que fueron escenarios de inundación cuando el huracán Mitch, ya que encuentran a 30 metros de la Quebradas y de las viviendas.

2.2.8. Recursos geológicos existentes

Respecto a los recursos en la zona, no existen Volcanes, Lago y Lagunas, solo existen ríos y Quebradas, serranías en la parte rural y planicie en la parte Urbana, su uso actual es para consumo humano y consumo de animales, también es utilizada en la minería artesanal. Uno de la problemática más sentida es que las aguas de las quebradas y rio se han profundizado provocando los escasos del agua.

2.3. Características Socioeconómicas

2.3.1. Estructura económica del municipio

Principales Actividades económicas

La principal actividad economía en la zona, es la agricultura. El frijol rojo es el producto más importante y hace del municipio el mayor productor del departamento, se cultiva para el consumo local y la comercialización externa.

Otros productos que se cultivan son: el maíz, trigo millón y sorgo. Posee un promedio total de 8,600 manzanas disponibles para la siembra, distribuidas de la siguiente manera: 2,600 manzanas en la época de primera y 6000 manzanas en la época de postrera.

La ganadería se práctica en mediana escala, debido a las características del terreno, existen aproximadamente 2,500 cabezas de ganado utilizadas para la producción de

carne y leche, ambas para el consumo local y en pequeña proporción para la comercialización.

Según estadísticas del Ministerio de Agricultura, Ganadería y Forestal, existe un total aproximado de 1,500 productores, con y sin títulos de propiedad y productores que alquilan la tierra para producirla. El municipio no cuenta con cooperativas Agrícolas, ni bancos que habiliten a los productores de la zona, todo se hace por esfuerzo propio principalmente.

2.3.2. Prestación de servicios básicos en el Municipio

Educación

Al dirigirse al sector educativo del municipio de Santa Rosa del Peñón, se encontró que cuenta con 1,873 estudiantes, atendidos por 98 maestros/as que laboran en 33 centros escolares de las 33 comunidades del municipio debido a que El Tanque, Santa Cruz de La India, Talpetate y Nance Dulce son atendidas por el MINED de El Jicaral y Aguas Frías es atendida por el MINED de San Isidro. Los diferentes niveles de educación, que se imparten clases corresponden a: 26 preescolares, 10 centros de educación primaria incompleta, 18 de primaria completa, 1 centro de educación secundaria completa.

La cobertura educativa de los niños, niñas y adolescentes en edad escolar gravemente no excede más allá del 18% comparado con la población total del municipio (11,115). El 40 % de la población lo componen personas menores de 15 años.

La cobertura del Ministerio de Educación es de 1 Colegio completo donde se brindan la educación primaria, secundaria diurna, secundaria a distancia y secundaria por madures más la educación primaria en 33 comunidades rurales.

Algunos de los problemas identificados que afectan la educación de las niñas y los niños es la gran distancia que tienen que recorrer para llegar a las escuelas lo que incide en que haya mucha inasistencia; el poco apoyo de padres y madres de familia quienes por falta de cultura no le dan importancia a la educación; así como el trabajo infantil. Esta situación se agrava debido a que no todo el personal docente es del municipio, además se sienten desmotivados por la ausencia de mejores condiciones laborales, la lejanía de sus hogares, los bajos salarios, la inseguridad y la falta de transporte adecuado para que puedan llegar hasta las comunidades rurales y muchos de ellos no tienen zonaje.

En general, se carece de infraestructura escolar para preescolar, primaria y secundaria, con mayor énfasis en el área rural, así como de materiales bibliográficos y didácticos con mayor énfasis en el área urbana.

Si bien hay importantes avances en los indicadores de educación en este municipio, la continuidad de los esfuerzos educativos ya iniciados para aumentar el alfabetismo y ampliar las oportunidades educativas de niñas, jóvenes y adultas en la educación formal y no formal, debe ser siempre una prioridad.

Existe mucha deserción escolar motivada por la necesidad de aportar bienes a la economía del hogar. Además, existe muy poca motivación de parte de los docentes para la enseñanza.

Por otro lado, los padres de familia cuentan con muy pocos recursos de los padres para la obtención de útiles escolares. La situación se agrava por tanto los estudiantes que logran llegar a bachilleres no tienen opción a educación superior o media.

Se cuenta con la problemática del servicio de agua potable en un 70% de la infraestructura escolar rural, teniendo como posible solución la instalación de cisternas para el almacenamiento de agua.

Salud

En las comunidades en estudio, la falta de agua potable expone a la población a una serie de enfermedades, que afectan de gran manera la calidad de vida, entre las principales enfermedades se pueden mencionar; Diarrea, parasitosis, infección renal e infecciones dérmicas, todas ellas suponen un 39% de las enfermedades más frecuentes entre los pobladores, lo que nos muestra la necesidad de un programa que permita el acceso de agua potable a estas comunidades de la Zona Rural.

Por otra parte, el Municipio de Santa Rosa del Peñón dispone de un Centro de Salud, el cual brinda los servicios básicos a la población existente. Además, el Municipio cuenta con 7 puestos de salud, 37 casas bases de las cuales, 2 son del MINSA y 35 que son casas de familias que de forma solidaria prestan la infraestructura para que el MINSA brinde el servicio a los pobladores de la comunidad.

Energía eléctrica

El municipio cuenta con una red de energía eléctrica administrada por Disnorte (UF), la energía eléctrica es suministrada al área del casco urbano y en 13 comarcas rurales. Los pobladores de las comunidades donde no ha llegado la energía eléctrica están haciendo uso de la energía solar como fuentes lumínicas en algunas viviendas, baterías para hacer funcionar los radios y otras familias hacen uso de los candiles.

Las grandes distancias, la topografía del terreno y la falta de disponibilidad de vías de acceso de todo tiempo reducen las posibilidades de que UNION FENOSA pueda brindar un servicio de calidad principalmente a la población del área rural, pues existe cobertura a nivel urbano. La ausencia de una oficina de servicio y reparación a nivel de la cabecera municipal hace que el servicio no sea fluido por parte de DISNORTE-DISSUR.

Agua potable y alcantarillado sanitario

En este municipio no se cuenta con este servicio acueductos, abastecimiento y cobertura de agua potable, Casco urbano 4 Barrios, 4 Zona (1 Sistema de ENACAL) que atiende a 648 usuarios de 2,518 familias que constituyen la población total. Rural, 33 Comarcas 47 sistemas de agua de la siguiente característica (4 MABE, 11 MAG, 12 pozos perforados, 20 pozo escavado a mano) que atienden 2,019 familias.

Principales problemas en el municipio:

- El sistema de ENACAL no tiene cobertura permanente ya que la fuente de agua en verano se seca porque es abastecida por una quebrada.
- La situación de la contaminación de arsénico y cal en muchas comunidades por la cantidad de minerales ubicado en el Municipio.
- La disminución de las fuentes de agua en todo el municipio por las características de terreno muy rocoso y falta de bosque que permita la infiltración de corrientillas al suelo.

Además, de estos problemas se necesita más presupuesto para realizar un estudio hídrico en el municipio que nos permita identificar las fuentes de aguas en cada una de las comunidades y realizar perforaciones con existo. Con respecto a los sistemas de tratamiento, solo en la zona urbana existe una planta, en las comunidades lo que existe son coladores de pastillas y de tipo té y Comités de Agua Potable y Saneamiento (CAPS). Existen 24 comités de agua que brinda el servicio en la parte rural.

Vialidad

La principal vía de acceso del municipio la constituye la carretera pavimentada que comunica León, Telica y San Isidro, la cual se encuentra en buen estado. En la actualidad se cuenta con una carretera adoquinada compartida con el Municipio del Jicaral la cual tiene 10 Km y es de todo tiempo, comunica al Municipio de Santa Rosa del Peñón con la cabecera municipal y el resto del país. Esta carretera ha venido a dinamizar la economía del municipio, además ha permitido una mejor comunicación

vial tanto interna como externa. Las calles del casco urbano se encuentran adoquinadas en un 70%, un 30% son de tierra con balastro y de tierra sin balastro ubicadas principalmente en perímetros de acceso al área rural. El poco mantenimiento de los caminos rurales provoca pérdidas al sector agropecuario por falta de medios y vías de transporte adecuados ya que estos se deterioran principalmente en época de invierno. Por otro lado, hay serias limitaciones para la ejecución de proyectos sociales en las comarcas donde no hay acceso vehicular.

2.4. Situación actual del abastecimiento del agua de las comunidades Loma Linda y Paso Ancho

La forma en que la población tiene acceso a este líquido de vital importancia para su sobrevivencia es de la siguiente manera, el 30% de la población total en estas comunidades, se abastece de agua potable mediante acueductos que poseen conexiones domiciliarias. El 45 % de las personas utilizan puestos públicos o pozos, mientras que el 25 % restante utiliza otras fuentes o formas cuya calidad no está plenamente asegurada. En las localidades urbanas, el 80 % posee conexiones de servicios en el propio predio y el 20 % acude a puestos, pozos públicos o recurre a otras formas menos seguras. Esto contrasta con el valor obtenido en las comunidades rurales, donde el 70 % de la población recurre a acueductos y/o fuentes públicas para su abastecimiento. El 30 % restante, utiliza otras formas o medios menos seguros.

El 42.7 % de la población tiene ojos de agua en su propiedad, de estos el 48.8 % tiene los ojos de agua protegidos.

Actualmente, en 30 de las 33 comunidades cuentan con cuarenta y siete (47) sistema de agua distribuida de la siguiente manera, once (11) tienen Mini-acueducto por gravedad (MAG), cuatro (4) Mini Acueducto por Bombeo Eléctrico (MABE) doce (12) tienen Pozo perforado con bomba manual y once (11) con pozo excavado con bomba de mano y (9) captaciones de manantial.

2.5. Dinámica poblacional

2.5.1. Población económicamente activa

Las comunidades de Loma Linda y Paso Ancho poseen una población económicamente activa 170, la cual está distribuida de la siguiente forma: hombres entre las edades de 14 a 65 años: 87 y mujeres entre las edades de 14 a 65 años: 83.

2.5.2. Beneficios y beneficiarios del proyecto

2.5.2.1. Beneficios

Este proyecto traerá consigo grandes beneficios en las comunidades de Loma Linda y Paso Ancho, los cuales servirán de apoyo para el crecimiento económico y social de la población, entre los beneficios más importantes se destacan:

- Disminuirá el gasto de dinero en compra de medicamentos y transporte para combatir las enfermedades de origen hídrico las cuáles son provocadas por el consumo de agua no potable.
- Incrementará la productividad dentro de la comunidad una vez puesta en operación el sistema, porque las personas dispondrán de mayor tiempo para las actividades.
- Mejorará las condiciones de vida en general de la población, por tanto, la incidencia de enfermedades se verá reducida en gran medida con la puesta en marcha del proyecto.

2.5.2.2. Beneficiarios

Los beneficiarios de este proyecto socioeconómico es la población de las comunidades en general, porque ambas comunidades no cuentan con el suministro de agua potable, lo que tendrá un efecto positivo en el desarrollo económico-social de los habitantes en ambas comunidades.

2.5.3. Tasa de desempleo en las comunidades según datos oficiales

Actualmente la población de las comunidades tiene un delicado problema con la escasez de empleo, se estimó que aproximadamente el 62% de la población no cuenta con un empleo fijo, lo que provoca que estas personas se dediquen a la producción de granos básicos y la minería, una minoría a la ganadería, el resto de la población emigra hacia otros países en busca de trabajo para poder mantener económicamente a sus familias.

El 5% de la población es empleada en las diferentes entidades del Estado presentes en las comunidades, la Alcaldía, MINSA, MINED, otros se dedican a la guarecería artesanal (explotación de las minas de oro)

La situación de empleo en el agro, es altamente vulnerable porque depende principalmente de los inviernos.

Existen 2 empresas mineras la Yesera Guadalupe S.A la cual genera en época de verano 10 empleos temporales en la extracción de yeso y la India Gold da empleo a 8 personas.

La pequeña minería genera 60 Güiriseros¹ en diferentes colectivos que trabajan en las diferentes minas ya antes mencionadas.

¹ Persona que busca oro de forma artesanal.

La situación de desempleo provoca altos índices de migración interna y externa, impactando en la desintegración familiar y afectaciones psicológicas en niños, niñas y adolescentes, bajos rendimientos académicos en la escuela y exposición al maltrato, violencia y trata de personas, entre otros efectos.

El programa Usura Cero no da cobertura a las mujeres de las comunidades rurales y los productores no tienen la misma cultura de pago a los programas que les dan la oportunidad de créditos.

Por otro lado, los alquileres de tierras son caros y las familias que no tienen este recurso se ven imposibilitadas de producir. Otras veces, cuando se logra producir, no es rentable la producción y hay desventajas de competir en la comercialización de los productos.

2.5.4. Tasa de Crecimiento Anual de la población de las Comunidades

Éstas presentan un perfil demográfico dinámico, con ritmo de crecimiento anual de la población de 2.5 %, por ser comunidades pequeñas y con una actividad eminentemente agrícola existe un alto índice de migración a lo interno de otros departamentos y al exterior.

2.5.5. Densidad poblacional

De acuerdo a los estudios realizados con anterioridad, se estimó que el Municipio de Santa Rosa del Peñón tiene una densidad de 41.9 habitantes por kilómetro cuadrado (km²).

Se observa que el Municipio de Santa Rosa del Peñón es uno de los cuatro municipios que creció en una tasa menor que la tasa promedio del departamento de León que es de 0.5 %.

2.5.6. Cálculo de la tasa de crecimiento poblacional

El cálculo de la tasa de crecimiento poblacional se realizó de acuerdo a los datos del censo realizado por FISE a inicios del año 2017 y el último censo nacional realizado en el año 2005 con la siguiente ecuación:

$$r = \left(\left(\frac{P_n}{P_o} \right)^{\frac{1}{n}} - 1 \right) * 10$$

Ecuación 5 Tasa de Crecimiento Poblacional

Cuadro 11 Estimación de la tasa de crecimiento

Estimación de la tasa de crecimiento			
Comunidades	Censos (habitantes)		% Crecimiento
	Año 2005	Año 2017	
Loma Linda	288	223	-2.11%
Paso Ancho	230	211	-0.72%
Total	518	434	-1.46%

Fuente: Alcaldía Municipal de Santa Rosa

Para la estimación del crecimiento poblacional utilizadas en la estimación y proyección de la Demanda Hídrica de las comunidades de Loma Linda y Paso Ancho, se hizo uso la Tasa de Crecimiento del 2.50%, debido a que es la tasa mínima recomendada por la NTON 09001 – 99 y estimada a través del Método de Proyección Geométrica; utilizando la siguiente formula:

$$P_n = P_i (1 + r)^n$$

Donde:

r = Tasa de crecimiento poblacional

P_n = Población del año n (hab.)

P_i = Población inicial (hab.)

n = Años a proyectar

Para esto se ha utilizado la información obtenida en dicha comunidad por el censo poblacional realizado por FISE, en la cual se define un total de **434** habitantes (hombres y mujeres), distribuidos en **114** viviendas.

2.5.7. Proyección de población

A partir de los estudios realizados por FISE, se estimó la población futura a beneficiar por el proyecto considerando un período de diseño de 20 años, adoptando en el inicio del periodo de diseño (año 2019) una población inicial de 456 habitantes, el resultado obtenido en el final del periodo de diseño (año 2039) es de 747 hab.

Cuadro 12 Cálculo de proyección para ajuste de inicio del período de diseño

Tasa de crecimiento	2.50%	Población (habitantes)		
Número	Año	Loma Linda	Paso Ancho	Total
0	2017	223	211	434
1	2018	229	216	445
2	2019	234	222	456

Fuente: Elaboración propia

Cuadro 13 Proyección de la población

Tasa de crecimiento	2.50%	Población (habitantes)		
Número	Año	Loma Linda	Paso Ancho	Total
0	2019	234	222	456
1	2020	240	227	467
2	2021	246	233	479
3	2022	252	239	491
4	2023	259	245	503
5	2024	265	251	516
6	2025	272	257	529
7	2026	278	264	542
8	2027	285	270	556
9	2028	293	277	569
10	2029	300	284	584
11	2030	307	291	598
12	2031	315	298	613
13	2032	323	306	629
14	2033	331	313	644
15	2034	339	321	660
16	2035	348	329	677
17	2036	356	337	694
18	2037	365	346	711
19	2038	375	354	729
20	2039	384	363	747

Fuente: Elaboración propia

CAPITULO III: ESTUDIO TÉCNICO

3.1. Dotación y población beneficiada

3.1.1. Período de diseño

En los diseños de proyectos de abastecimiento de agua se recomienda fijar la vida útil de cada uno de los componentes del sistema, con el propósito de:

- Determinar que períodos de estos componentes del sistema, deberán satisfacer las demandas futuras de la comunidad.
- Qué elementos del sistema deben diseñarse por etapas
- Cuáles serán las previsiones que deben de considerarse para incorporar los nuevos elementos al sistema.

A continuación, se indican los períodos de diseños económicos de los elementos componentes de un sistema de abastecimiento de agua potable.

Cuadro 14 Períodos de diseños

Tipos de Componentes	Período de diseño
Pozos excavados	10 años
Pozos perforados	15 años
Captaciones superficiales y manantiales	20 años
Desarenador	20 años
Filtro Lento	20 años
Líneas de Conducción	15 años
Tanque de almacenamiento	20 años
Red de distribución	15 años

Fuente: INAA

Con la información de población final a beneficiar para ambas comunidades se analiza el escenario de atención para las comunidades de Loma Linda y Paso Ancho, por lo tanto, se procede a definir el consumo o demanda hídrica de la comunidad en un

periodo de 20 años utilizando la normativa establecida por INAA para este tipo de proyecto.

3.1.2. Consumo poblacional

El consumo poblacional depende directamente del tipo de distribución de agua, es por ello que, según norma, la dotación depende de la propuesta de solución. La alternativa hidráulica que se propuso es realizar el abastecimiento de agua potable hacia la población de forma domiciliar con conexiones de patio, en la cual se considera un sistema tipo fuente-tanque-red.

Considerando que de manera preliminar se está en la etapa de prefactibilidad técnica, la cual implica la búsqueda de fuente se considerará dentro de este análisis la estimación de demanda según las normas “Diseño de sistemas de abastecimiento de agua potable en el medio rural” (NTON 09001-99).

- Para sistemas de abastecimiento de agua potable por medio de conexiones domiciliarias de patio, se asignará un caudal de 50 a 60 litros por persona por día (lppd). Para criterio de cálculos se decidió utilizar una dotación de 55 lppd.

También se considera en este cálculo de dotación hídrica el consumo extra domiciliar, en este caso las escuelas, ya que el proyecto cuenta con la demanda de 1 centro escolar. De acuerdo a la norma de INAA la dotación a considerar es de 32 litros/alumno/día.

La población del turno con mayores alumnos resulto ser 28 alumnos. No se cuenta otros consumos extra domiciliarios aparte de los indicados anteriormente.

3.1.3. Variaciones de consumo

Las variaciones de consumo estarán expresadas como factores de la demanda promedio diario y sirven de base para el dimensionamiento de la capacidad de: obras de captación, línea de conducción y red de distribución. Teniendo una dotación de agua y población de diseño se realiza en cálculo para determinar estas variaciones haciendo uso de las siguientes ecuaciones.

$$\text{Consumo Promedio Diario (CPD)} = \text{Dotación} * \text{Poblacion de diseño}$$

Ecuación 6 Consumo Promedio Diario

$$\text{Consumo Promedio Diario Total (CPDT)} = \text{CPD} + \text{Hf (Pérdidas en el sistema)}$$

Ecuación 7 Consumo Promedio Diario Total

$$\text{Consumo máximo día (CMD)} = 1.5 * \text{CPDT}$$

Ecuación 8 Consumo Máximo Día

$$\text{Consumo máximo hora (CMH)} = 2.5 * \text{CPDT}$$

Ecuación 9 Consumo Máximo Hora

El tipo de distribución que se va a hacer toma en cuenta conexiones domiciliarias con dotaciones de 50-60 lppd según normas de abastecimiento de agua potable para el medio rural, para el caso de estudio se decidió proporcionar una dotación de 55lppd para la población y de 32 lppd para la población estudiantil. A continuación, en la siguiente tabla se muestra los consumos calculados para el sistema, proyectados para un funcionamiento de 20 años.

Cuadro 15 Variaciones de Consumo y Diseño del Tanque para Conexiones Domiciliaries.

Año	Dotación de agua domiciliar	Dotación de agua de escuela	Pb	Pb Est	Demandas - Caudales para Diseño										Capacidad del Tanque			
					CPD	Q Centros escolares	Consumo	Pérdidas en el sistema		Demanda(CPDT)		CMD		CMH				
								PobD.*Dota.	PobE.*Dota.	Promedio	l/d						l/s	l/d
																Total		
	Ippd	lad	pers.	pers		l/d	l/d	l/d	l/d	l/s	l/d	l/d	l/s	l/d	l/s	l	m3	
2019	55.00	32.00	456.00	28.00	25,086.88	896.00	25,982.88	5,196.58	31,179.45	0.36	46,769.18	0.54	77,948.63	0.90	10,912.81	11.00		
2020	55.00	32.00	468.00	28.00	25,714.05	896.00	26,610.05	5,322.01	31,932.06	0.37	47,898.08	0.55	79,830.14	0.92	11,176.22	12.00		
2021	55.00	32.00	479.00	28.00	26,356.90	896.00	27,252.90	5,450.58	32,703.48	0.38	49,055.22	0.57	81,758.69	0.95	11,446.22	12.00		
2022	55.00	32.00	491.00	28.00	27,015.82	896.00	27,911.82	5,582.36	33,494.18	0.39	50,241.28	0.58	83,735.46	0.97	11,722.96	12.00		
2023	55.00	32.00	503.00	28.00	27,691.22	896.00	28,587.22	5,717.44	34,304.66	0.40	51,456.99	0.60	85,761.65	0.99	12,006.63	13.00		
2024	55.00	32.00	516.00	28.00	28,383.50	896.00	29,279.50	5,855.90	35,135.40	0.41	52,703.09	0.61	87,838.49	1.02	12,297.39	13.00		
2025	55.00	32.00	529.00	28.00	29,093.08	896.00	29,989.08	5,997.82	35,986.90	0.42	53,980.35	0.62	89,967.25	1.04	12,595.42	13.00		
2026	55.00	32.00	542.00	28.00	29,820.41	896.00	30,716.41	6,143.28	36,859.69	0.43	55,289.54	0.64	92,149.23	1.07	12,900.89	13.00		
2027	55.00	32.00	556.00	28.00	30,565.92	896.00	31,461.92	6,292.38	37,754.31	0.44	56,631.46	0.66	94,385.76	1.09	13,214.01	14.00		
2028	55.00	32.00	570.00	28.00	31,330.07	896.00	32,226.07	6,445.21	38,671.28	0.45	58,006.92	0.67	96,678.21	1.12	13,534.95	14.00		
2029	55.00	32.00	584.00	28.00	32,113.32	896.00	33,009.32	6,601.86	39,611.19	0.46	59,416.78	0.69	99,027.96	1.15	13,863.92	14.00		
2030	55.00	32.00	598.00	28.00	32,916.15	896.00	33,812.15	6,762.43	40,574.58	0.47	60,861.88	0.70	101,436.46	1.17	14,201.10	15.00		
2031	55.00	32.00	613.00	28.00	33,739.06	896.00	34,635.06	6,927.01	41,562.07	0.48	62,343.10	0.72	103,905.17	1.20	14,546.72	15.00		
2032	55.00	32.00	629.00	28.00	34,582.53	896.00	35,478.53	7,095.71	42,574.24	0.49	63,861.36	0.74	106,435.60	1.23	14,900.98	15.00		
2033	55.00	32.00	644.00	28.00	35,447.10	896.00	36,343.10	7,268.62	43,611.72	0.50	65,417.58	0.76	109,029.29	1.26	15,264.10	16.00		
2034	55.00	32.00	661.00	28.00	36,333.28	896.00	37,229.28	7,445.86	44,675.13	0.52	67,012.70	0.78	111,687.83	1.29	15,636.30	16.00		
2035	55.00	32.00	677.00	28.00	37,241.61	896.00	38,137.61	7,627.52	45,765.13	0.53	68,647.69	0.79	114,412.82	1.32	16,017.80	17.00		
2036	55.00	32.00	694.00	28.00	38,172.65	896.00	39,068.65	7,813.73	46,882.38	0.54	70,323.56	0.81	117,205.94	1.36	16,408.83	17.00		
2037	55.00	32.00	711.00	28.00	39,126.96	896.00	40,022.96	8,004.59	48,027.56	0.56	72,041.33	0.83	120,068.89	1.39	16,809.65	17.00		
2038	55.00	32.00	729.00	28.00	40,105.14	896.00	41,001.14	8,200.23	49,201.36	0.57	73,802.05	0.85	123,003.41	1.42	17,220.48	18.00		
2039	55.00	32.00	747.00	28.00	41,107.77	896.00	42,003.77	8,400.75	50,404.52	0.58	75,606.78	0.88	126,011.30	1.46	17,641.58	18.00		

Fuente: Elaboración Propia

3.1.4. Pérdidas en el sistema

Cuando se proyectan sistemas de abastecimiento de agua potable, es necesario considerar las pérdidas que se presentan en cada uno de sus componentes, la cantidad total de agua perdida se fija como un porcentaje del consumo promedio diario cuyo valor no deberá ser mayor del 20%.

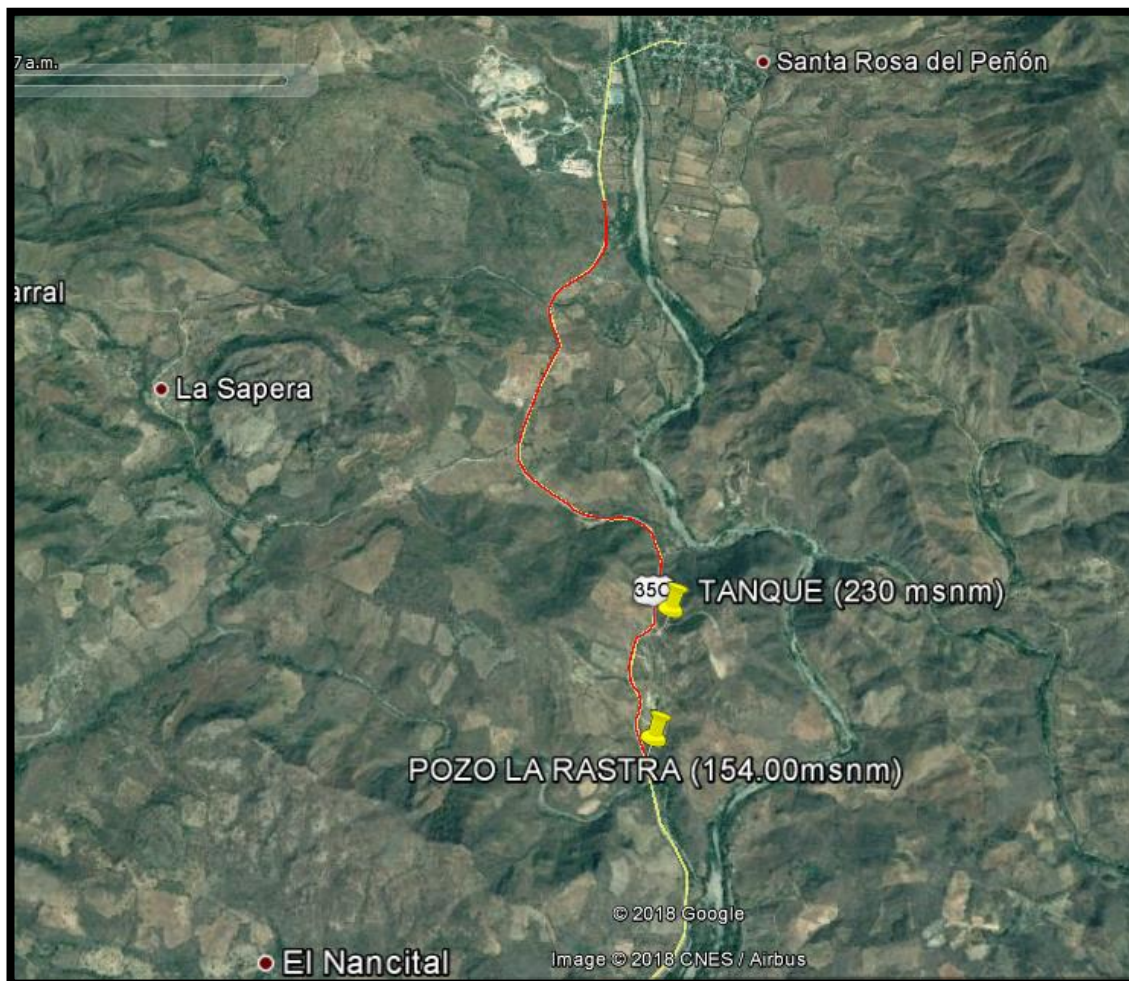
$$H_f = 20\% * CPD$$

Ecuación 10 Pérdidas de Agua en el Sistema

3.2. Esquema hidráulico propuesto

El sistema concebido consiste en uno del tipo fuente-tanque-red, requiriéndose en este caso impulsión mecánica desde la fuente hasta el tanque y desde éste hasta la red, se propone distribuir el agua por gravedad. En las imágenes siguientes se muestra la configuración prevista del sistema propuesto. Dado que en el sitio de toma existe suministro de energía eléctrica se ha considerado un sistema por bombeo de 16 horas.

Mapa 3 Red Principal de Distribución



Fuente: Google Earth

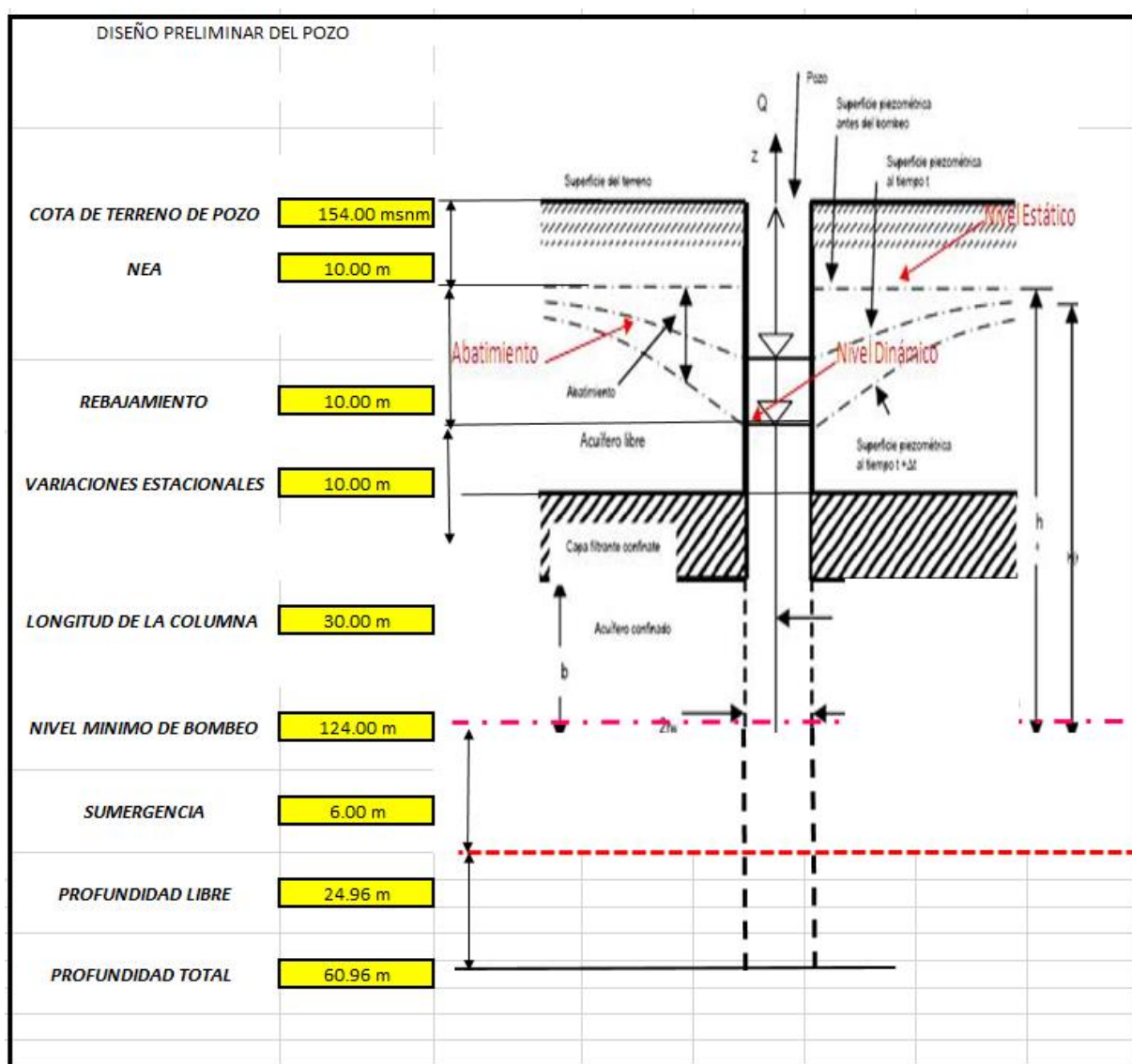
3.2.1. Fuente y obra de toma

Para determinar la fuente de abastecimiento de agua para el sistema de la comunidad de Loma Linda y Paso Ancho, el Fondo de Inversión Social de Emergencia (FISE) ha realizado en el año 2018 un Estudio Hídrico que incluye un Estudio Hidrogeológico, el cual establece como fuente óptima la utilización de un pozo perforado, las coordenadas de la fuente son las siguientes:

UTM WGS-84 W 568107 y N 1411015, a una elevación de 154 metros sobre el nivel del mar (msnm), dicho pozo, tiene una profundidad aproximada de 61 metros.

Se utilizará una bomba sumergible para impulsar el agua desde el nivel mínimo de bombeo hasta un tanque sobre suelo localizado a aproximadamente 664.33 metros de la fuente.

Figura 1 Diseño Preliminar de Pozo Propuesto



Fuente: Estudio Hidrogeológico

3.2.2. Producción mínima de fuente según estudio hidrogeológico

Según el estudio que realizó el FISE² (Estudio Hidrogeológico) para poder determinar la producción mínima que podría generar la fuente (pozo la rastra), según este estudio la fuente tiene una producción mínima de 3.79 litros por segundo (lps); realizando una comparación con los datos obtenidos de las variaciones de consumo a lo largo del período de diseño (20 años), se observa que esta producción mínima de la fuente es mayor que el consumo máximo día en el año 20 (0.87 lps), por lo tanto, la fuente es adecuada ya que sobrepasa la demanda a la que estará expuesta por la población de las comunidades de Loma Linda y Paso Ancho.

3.2.3. Análisis de calidad del agua

Se refiere a las características químicas, físicas, biológicas y radiológicas del agua. Es una medida de la condición del agua en relación con los requisitos de una necesidad humana. Para que el agua sea potable, es decir para que se pueda consumir, según INAA debe ser: limpia, pulcra, inodora, insípida, sin partículas que la hagan turbia; además debe tener minerales, tales como sodio, yodo, cloro, en las cantidades adecuadas. Para evaluar tanto la potabilidad del agua, como sus características en estado natural a ser tratada, se recurrió al monitoreo y posterior análisis de parámetros de calidad definido en la norma para la clasificación del recurso hídrico (NTON 05 007-98), incluyendo estos parámetros físico – químicos y análisis bacteriológicos, donde los resultados obtenidos se presentan en el siguiente cuadro:

² (FISE, 2018)

Cuadro 16 Clasificación de Cuerpos de Agua de acuerdos a sus Usos

Parámetro	Valor obtenido	Categoría 1 A	Categoría 1 B
Físico- químico Y metales			
Turbidez	1.49	< 5 UNT	< 250 UNT
Color	8.00	< 15 U Pt-Co	< 150 U Pt-Co
Sólidos Totales Disueltos	308 mg/l	1000 mg/l	1500 mg/l
pH	6.43	mín. 6.0 y máx. 8.5	mín. 6.0 y máx. 8.5
Sodio	---	200 mg/l	200 mg/l
Potasio	---	10 mg / l	10 ml / l
Calcio	76.07mg/l	100 mg / lts ca CO ₃	100 mg / lts ca CO ₃
Magnesio	17.23 mg/l	30 mg / l ca co ₃	50 mg / l ca co ₃
Carbonatos	ND (<2,4) mg/l	2,4 mg/l	2,4 mg/l
Bicarbonatos	72.00 mg/l	-	-
Sulfatos	10.00 mg/l	250 mg / l	400 mg / l
Cloruros	9,86 mg/l	250 mg/l	600 mg/l
pH	6.43	mín. 6.0 y máx. 8.5	mín. 6.0 y máx. 8.5
Conductividad Eléctrica	629µS/cm	400 µS/cm	400 µS/cm
Nitritos	0.003 mg/l	0.003 mg / l	0.003 mg / l
Nitratos	14.3 mg/l	10.0 mg/l	10.0 mg/l
Fosfatos	-	0,21	0,21
Dureza Como Carbonato de Calcio	190mg/l	400 mg/l	400 mg/l
Fluoruros	----	Mín. 0.7 y máx. 1.5	< 1.7 mg/l
Arsénico	ND (<0,005)	0.05 mg/l	0.05 mg/l
Cianuro Total	0.05mg/l	0.1 mg/l	0.1 mg/l
Mercurio	0.001mg/l	0.001 mg/l	0.001 mg/l
Hierro	0.9 mg/l	0.3 mg/l	3 mg/l
Análisis Bacteriológico			
Coliformes Totales	19 NMP/100 ml	NMP/100 ml	NMP/100 ml
Coliformes Fecales	10 NMP/100 ml	NMP/100 ml	NMP/100 ml

(Ver resultados en reporte de laboratorio adjunto).

Fuente: FISE

3.2.4. Tratamiento

Los resultados del análisis físico químico y análisis bacteriológicos, obtenidos en la muestra del pozo existente, indican que el recurso hídrico propuesto corresponde a la categoría 1-B, es decir; Aguas que pueden ser acondicionadas por medio de tratamientos convencionales de coagulación, floculación, sedimentación, filtración, aireación y/o cloración.

La alteración mostrada en el parámetro de conductividad eléctrica está íntimamente ligado al terreno que atraviesa, la disolución de rocas, las sales presentes y la temperatura del medio; es decir los materiales disueltos en el agua, los cuales generan electrolitos que son los que hacen que el agua transmita en mayor o menor medida la corriente eléctrica.

En relación a los parámetros (nitritos + nitratos) la presencia (3.38mg/l) está por debajo de la norma (10mg/l). Su traza se puede inferir debido que al carecer el área de un cerco perimetral los animales, tanto porcinos como bovinos circulan por ahí e inclusive se ven indicios que el ganado bebe agua en las cercanías por lo que residuos biológicos de estos pueden estar llegando al pozo, considerando además que las formaciones geológicas de la zona cuentan con material a permeable y podrían también estar generando esta contaminación de forma natural. Como un elemento digno de mención es que se observó que el área no hay signo de actividad agrícola, que indique el uso de abonos que contengan estos componentes en sus fórmulas, lo mismo se concluyó con respecto al desarrollo de actividad industrial.

El parámetro alterado en la muestra examinada es el hierro ante esto se hacen las siguientes acotaciones:

- Como se sabe el óxido ácido de cloro al unirse al agua se transforma en ácido hipocloroso (HClO), el cual libera el ión hipoclorito (ClO^-), que provoca una reacción química de oxidación con los compuestos químicos inorgánicos más habituales en un agua bruta (hierro, manganeso, nitritos, amonio o sulfuro) transformándolas en otras especies químicas con un estado de oxidación más alto. Por lo anterior existe la posibilidad de que el cloro aplicado a la desinfección oxide el hierro dejando su presencia por debajo de la norma.
- De ser necesario se implementará el diseño y construcción de una torre de aireación para oxidar el hierro.

Para la corrección de los parámetros que salieron fuera de los rangos permisibles de las normas se recomienda la implementación de;

- Desinfección con hipoclorito de calcio en el pozo perforado propuesto a fin de corregir los parámetros de coliformes totales y fecales que se han detectado en los análisis realizados, de igual forma se deberá durante los talleres de capacitación en salud e higiene.
- Implementación de un sistema de planta FIME, con un tren de tratamiento que contempla, aireación, sedimentación y filtración, para corregir los parámetros o proponer la instalación de filtros presurizados.

3.2.5. Cloración

La cloración de los abastecimientos públicos de agua representa uno de los procesos principales en la obtención de agua de calidad. El proceso de desinfección será tan efectivo como lo sea el control que se ejerza para el aseguramiento de la continua cloración y aplicaciones de cantidades proporcionales al gasto. La desinfección significa una disminución de la población de bacterias hasta una concentración inocua para el consumo humano.

Para determinar el volumen de cloro que se aplicará en la desinfección se hará uso de la siguiente formula:

$$V_c = CMD * \frac{d}{1000}$$

Ecuación 11 Volumen de cloro

Donde:

V_c=Volumen de cloro a agregar para la desinfección en gr/día

CMD= consumo de máximo día en lts/día

d= dosis de cloro (1.3) mg/lit

Hipoclorito de calcio

Para calcular el volumen adecuado para la desinfección del agua, se toma una concentración comercial estimada de 70% de cloro en hipoclorito de calcio.

$$V_{\text{hipoclorito}} = \frac{V_c}{70\%}$$

Ecuación 12 Hipoclorito de calcio

Volumen de solución

Para el volumen de solución de cloro que se debe agregar al agua apoyada de la norma la concentración mínima de solución es de 1% de cloro, por lo tanto:

$$V_{\text{solución}} = \frac{V_c}{1\% \cdot 1000}$$

Ecuación 13 Volumen de Solución

Gastos por goteo del hipoclorador

El hipoclorador funciona por sistema de goteo; por tanto, el gasto se calcula en gotas por minuto, usando un gotero de 20gtt por CC.

$$\text{Gastos} = \frac{V_{\text{solución}} \cdot 20000}{1440}$$

Ecuación 14 Gastos por goteo del hipoclorador

Cuadro 17 Dosificaciones de Cloro

Año	CMD (lpd)	Dosis Diaria (gr/d)	Hipoclorador de calcio concentración 70%		Vol. Solución concentración 1%		Vol. Solución concentración 12%		
			gr/d	gr/mes	lt/d	gotas/min	lts/d	lt/mes	gotas/min
0	46769	60.80	86.9	2643.7	6.08	84.4	0.51	15.42	7
1	47898	62.27	89.0	2707.5	6.23	86.5	0.52	15.79	7
2	49055	63.77	91.1	2772.9	6.38	88.6	0.53	16.18	7
3	50241	65.31	93.3	2840.0	6.53	90.7	0.54	16.57	8
4	51457	66.89	95.6	2908.7	6.69	92.9	0.56	16.97	8
5	52703	68.51	97.9	2979.1	6.85	95.2	0.57	17.38	8
6	53980	70.17	100.2	3051.3	7.02	97.5	0.58	17.80	8
7	55290	71.88	102.7	3125.3	7.19	99.8	0.60	18.23	8
8	56631	73.62	105.2	3201.2	7.36	102.3	0.61	18.67	9
9	58007	75.41	107.7	3278.9	7.54	104.7	0.63	19.13	9
10	59417	77.24	110.3	3358.6	7.72	107.3	0.64	19.59	9
11	60862	79.12	113.0	3440.3	7.91	109.9	0.66	20.07	9
12	62343	81.05	115.8	3524.1	8.10	112.6	0.68	20.56	9
13	63861	83.02	118.6	3609.9	8.30	115.3	0.69	21.06	10
14	65418	85.04	121.5	3697.8	8.50	118.1	0.71	21.57	10
15	67013	87.12	124.5	3788.0	8.71	121.0	0.73	22.10	10
16	68648	89.24	127.5	3880.4	8.92	123.9	0.74	22.64	10
17	70324	91.42	130.6	3975.2	9.14	127.0	0.76	23.19	11
18	72041	93.65	133.8	4072.3	9.37	130.1	0.78	23.75	11
19	73802	95.94	137.1	4171.8	9.59	133.3	0.80	24.34	11
20	75607	98.29	140.4	4273.8	9.83	136.5	0.82	24.93	11

Fuente: Elaboración propia

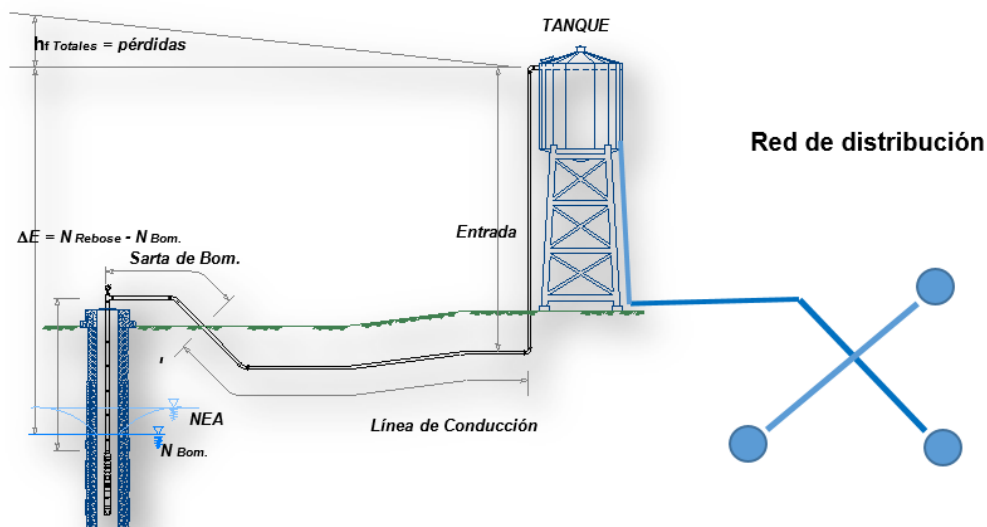
3.3. Diseño

Para el diseño de un Sistema de Agua Potable en la zona rural se requiere de una serie de normas y criterios que no necesariamente deben ser las normas del sector urbano, debido a que existen diferencias en ambos medios, considerando dentro de esas diferencias los factores culturales, económicos y sociales.

3.3.1. Esquema fuente-tanque-red mediante una distribución domiciliar

Al realizar los estudios correspondientes, se determinó que el sistema más adecuado a las necesidades de la población es un sistema fuente tanque red. este sistema consta de una bomba sumergible que succiona y expulsa el líquido a través de la línea de conducción hacia el tanque de almacenamiento, posteriormente se dispone de una carga potencial para transportar el caudal requerido aguas abajo que permite el abastecimiento de toda la red.

Figura 2 Fuente-Tanque-Red



Fuente: Elaboración propia

3.3.2. Diseño de la obra de toma

De acuerdo a la naturaleza de la fuente, el equipo de bombeo que se instalará será una bomba sumergible de eje vertical. El caudal de diseño de la fuente es la producción mínima que se obtuvo del estudio hidrogeológico que tiene un valor de 1.01 lps (16 galones por minuto).

Cálculo del diámetro de perforación

$$\text{Diámetro de tazonos (plg)} = \sqrt{Q_{\text{diseño}}} + 1 \text{ plg}$$

Ecuación 15 Diámetro de tazonos

$$\text{Diámetro tazonos (plg)} = \sqrt{1.01 \text{ lps}} + 1 \text{ plg} = 2 \text{ plg}$$

$$\text{Diámetro de ademe} = \text{Diámetro de tazonos} + 3 \text{ plg}$$

Ecuación 16 Diámetro de ademe

$$\text{Diámetro de ademe} = 2 \text{ plg} + 3 \text{ plg} = 5 \text{ plg}$$

Cuadro 18 Ademes Mínimo de Pozos según Caudal

Capacidad del Pozo		Diámetro de adema	
Gpm	(L/s)	Pulg	Mm
125	7.9	6	150
300	18.9	8	200
600	37.8	10	250
900	56.78	12	300
1300	82	14	350
1800	113.55	16	400

Fuente: INAA.

Este diámetro de ademe no es aceptable, ya que según la norma técnica obligatoria nicaragüense (NTON 09 003-99) el valor mínimo es 6 pulgadas para un pozo con capacidad de 1.01 lps, por lo tanto, se tomará este valor para el diseño.

Según norma para determinar el diámetro de perforación se debe dejar 3 pulgadas a ambos lados del diámetro de ademe.

$$\emptyset \text{ de perforación} = \emptyset \text{ de ademe} + 2 \text{ (3 in)}$$

Ecuación 17 \emptyset de perforación del pozo

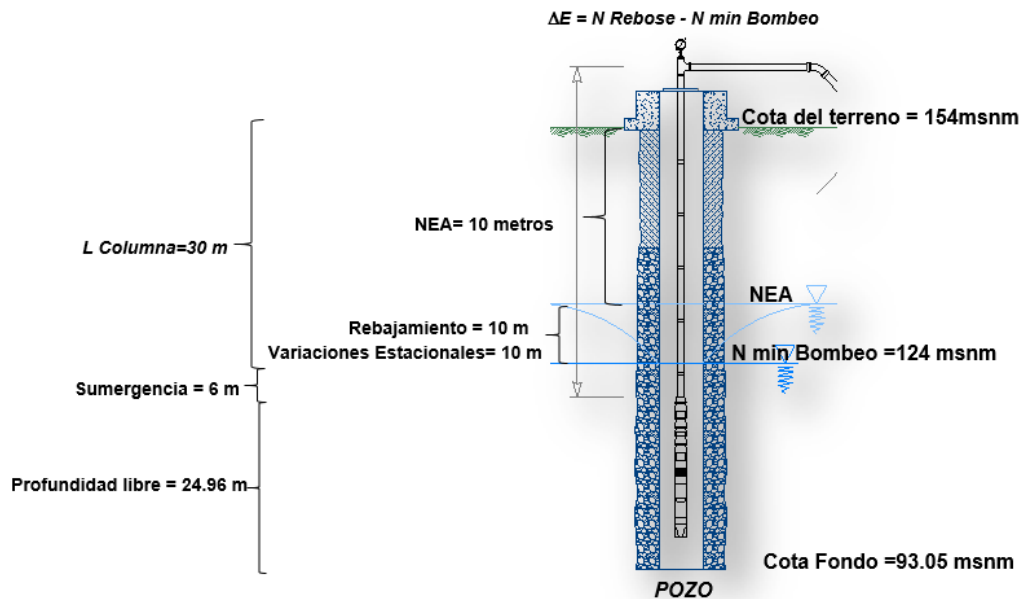
$$\text{Diámetro de perforación} = 6 \text{ plgs} + 2 \text{ (3pulg)} = 12 \text{ plgs}$$

Dimensionamiento de la fuente

Para el dimensionamiento de la fuente se propuso el siguiente diseño:

Al realizar los estudios correspondientes, se determinó que el sistema más adecuado a las necesidades de la población es un sistema fuente tanque red. este sistema consta de una bomba sumergible que succiona y expulsa el líquido a través de la línea de conducción hacia el tanque de almacenamiento, posteriormente se dispone de una carga potencial para transportar el caudal requerido aguas abajo que permite el abastecimiento de toda la red.

Figura 3 Diseño de Obra de Toma



Fuente: Elaboración propia

3.3.3. Tiempo de bombeo

Dado que en el sitio de toma existe suministro de energía eléctrica, se ha considerado que existen las condiciones para poder tener al equipo de bombeo trabajando durante un período de 16 horas.

3.3.4. Selección de la bomba

Por la naturaleza de la fuente se propuso una bomba sumergible, la cuál debe ser capaz de poder abastecer la demanda, con gran eficiencia, confiabilidad, y además que sea resistente a la corrosión ideal para el suministro de agua.

Determinación de la potencia de la bomba y requerimiento eléctrico.

La selección de bomba está basada en la demanda de agua y la altura necesaria, la demanda de agua depende del número de consumidores conectados; es importante

señalar que, para seleccionar la bomba adecuada, otro factor influyente es la presión que se ejerce en la tubería.

Para esta debida selección hemos recurrido a la ecuación de cálculo de potencia de la bomba la cual consiste en tomar el valor del caudal de bombeo multiplicado por la carga total dinámica expresada en metros, este resultado será dividido por la constante de ecuación que es equivalente a 76 veces la eficiencia para que el resultado esté expresado en Caballos de Fuerza (HP).

$$Q_b = \frac{24 \text{ horas}}{\text{Tiempo de bombeo}} \times \text{CPDT} + Q_{\text{retrolavado}}$$

Ecuación 18 Caudal de bombeo

$$Q_b = \frac{24 \text{ horas}}{16 \text{ horas}} \times 0.58 \text{ lps} + \frac{14 \text{ gpm}}{15.8504 \frac{\text{gpm}}{\text{lps}}} = 1.76 \text{ lps} = 0.00176 \text{ m}^3/\text{seg} = 105.6 \text{ lpm}$$

$$P_{\text{bomba}} = \frac{Q_{\text{bombeo}} * \text{CTD}}{76 * \text{Eff bomba}}$$

Ecuación 19 Potencia de la Bomba

Cálculo de la carga total dinámica

Para determinar la carga total dinámica de la bomba (CTD) primeramente es necesario conocer la energía que debe suministrar la bomba (diferencia de energía que hay entre la fuente y el rebose del tanque de almacenamiento) en condiciones ideales, es decir, en caso de que no hubiera pérdidas a lo largo del sistema, una vez obteniendo este valor, la CTD será igual a ésta diferencia de energía más todas las pérdidas que se generan en el sistema desde la fuente hasta el tanque de abastecimiento.

$$\Delta E = \text{Niv. Rebose tanque} - \text{Niv. mín de bombeo}$$

Ecuación 20 Diferencia de energía

$$\Delta E = 232 \text{ msnm} - 124 \text{ msnm} = 108 \text{ metros}$$

$$CTD = \Delta E + h_f \text{ totales}$$

Ecuación 21 Carga total dinámica

Pérdidas totales en el sistema

Pérdidas en la columna de succión

Según las normas NTON – 09001-99 el valor de las pérdidas en la columna de succión es equivalente a un valor no mayor que 5% de la columna de succión; el valor de la columna de succión se muestra en el diseño de la fuente de abastecimiento.

$$h_f \text{ columna de succión} = 5\% \times \text{columna de succión}$$

Ecuación 22 Pérdidas en la columna de succión

$$h_f \text{ columna de succión} = 5\% \times 30 \text{ metros} = 1.50 \text{ metros}$$

Pérdidas en la sarta de bombeo

El diámetro de la sarta se selecciona según la norma NTON – 09001-99 y ésta establece que para un caudal de bombeo menor a 5 lps el diámetro debe ser 2 pulg. Se utilizará una sarta de longitud de 3 metros. Por lo tanto, las pérdidas en la tubería de la sarta de bombeo se calcularán de la siguiente forma:

$$h_{f \text{ tub sarta}} = 10.549 \times Q_{\text{bomb}} \left(\frac{\text{m}^3}{\text{seg}} \right)^{1.85} \times \frac{L_{\text{sarta}} (\text{m})}{\phi_{\text{sarta}} (\text{m})^{4.87} \times C^{1.85}}$$

Ecuación 23 Pérdidas en la tubería de la sarta de bombeo

El coeficiente de Hazen Williams tiene un valor de 100 porque la sarta es de tubería de hierro galvanizado.

$$h_{f \text{ tub sarta}} = 10.549 \times \left(\frac{1.76 \text{ lps}}{1000} \right)^{1.85} \times \frac{3 \text{ metros}}{(2 \text{ pulg} \times 0.0254)^{4.87} \times 100^{1.85}} = 0.1014 \text{ m}$$

Las pérdidas en los accesorios se determinan mediante la siguiente ecuación:

$$h_{f \text{ accesorios sarta}} = \text{cantidad de accesorios} \times k \times \frac{v^2}{2g}$$

Ecuación 24 Pérdidas en los accesorios de la sarta de bombeo

$$v_{\text{sarta}} = \frac{Q_{\text{bombeo}}}{\frac{\pi \times \phi_{\text{sarta}}^2}{4}} = 0.90 \text{ m/seg}$$

Cuadro 19 Pérdidas en los Accesorios de la Sarta

Cantidad	Accesorios	K	hf (m)
1	Codo de 90°	0.9	0.0368 m
1	Tee pase directo	0.6	0.0245 m
1	Controlador de caudal	2.5	0.1021 m
1	Valv. compuerta abierta	0.2	0.0082 m
1	Valv. de retención	2.5	0.1021 m
2	Codo de 45°	0.4	0.0327 m
1	Entrada normal en tubo	0.5	0.0204 m
1	Val. ángulo abierta	5	0.2043 m
Total pérdidas accesorios en la sarta:			0.5311 m

Fuente: Elaboración propia

$$h_{f \text{ totales en la sarta}} = h_{f \text{ accesorios sarta}} + h_{f \text{ tub sarta}}$$

$$h_{f \text{ totales en la sarta}} = 0.5311 \text{ m} + 0.1014 \text{ m} = 0.6325 \text{ m}$$

Pérdidas en la línea de conducción

$$h_{f \text{ LC}} = 10.549 \times Q_{\text{bomb}} \left(\frac{\text{m}^3}{\text{seg}} \right)^{1.85} \times \frac{L_{\text{LC}} (\text{m})}{\phi_{\text{LC}} (\text{m})^{4.87} \times C^{1.85}}$$

$$h_{f \text{ LC}} = 10.549 \times \left(\frac{1.76 \text{ lps}}{1000} \right)^{1.85} \times \frac{664.33 \text{ metros}}{(2 \text{ pulg} \times 0.0254)^{4.87} \times 150^{1.85}} = 10.61 \text{ m}$$

La selección del diámetro de la línea de conducción se especifica más adelante mediante el cálculo del diámetro más económico, y el valor del coeficiente de Hazen-Williams es igual a 150 ya que esta tubería es de PVC.

Pérdidas en la entrada al tanque

$$h_{f\text{ tub}} = 10.549 \times Q_{\text{bomb}} \left(\frac{\text{m}^3}{\text{seg}} \right)^{1.85} \times \frac{L_{\text{columna}} (\text{m})}{\phi_{\text{tubo}} (\text{m})^{4.87} \times C^{1.85}}$$

Ecuación 25 Pérdidas en la tubería de entrada al tanque

El coeficiente de Hazen-Williams tiene un valor de 130 porque la tubería es de hierro fundido y el diámetro del tubo será de 2 pulg.

$$h_{f\text{ tub}} = 10.549 \times \left(\frac{1.76 \text{ lps}}{1000} \right)^{1.85} \times \frac{2 \text{ metros}}{(2 \text{ pulg} \times 0.0254)^{4.87} \times 130^{1.85}} = 0.4016 \text{ m}$$

Las pérdidas en los accesorios se determinan al igual que en la sarta, mediante la siguiente ecuación:

$$h_{f\text{ accesorios}} = \text{cantidad de accesorios} \times k \times \frac{v^2}{2g}$$

Ecuación 26 Pérdidas en los accesorios de la entrada al tanque

$$v_{\text{tub}} = \frac{Q_{\text{bombeo}}}{\frac{\pi \times \phi_{\text{tubo}}^2}{4}} = 0.90 \text{ m/seg}$$

Cuadro 20 Pérdidas en los Accesorios de la Entrada al Tanque

Cantidad	Accesorio	K	Hf
3	Codo de 90°	0.9	0.1103 m
1	Entrada normal en tubo	0.5	0.0204 m
1	Salida de tubo	1	0.0409 m
1	Rejilla	0.75	0.0306 m
1	Valv. compuerta abierta	0.2	0.0082 m
Pérdidas por accesorio entrada tanque =			0.2104 m

Fuente: Elaboración propia

$$h_{f \text{ totales entrada al tanque}} = h_{f \text{ accesorios entrada al tanque}} + h_{f \text{ tub entrada al tanque}}$$

$$h_{f \text{ totales entrada al tanque}} = 0.21014 \text{ m} + 0.4016 \text{ m} = 0.2520 \text{ m}$$

Después de calculadas todas las pérdidas, se procede a calcular las pérdidas totales entre la fuente y el tanque, que sería la suma de todas las pérdidas calculadas anteriormente.

$$h_{f \text{ total}} = h_{f \text{ columna de succión}} + h_{f \text{ totales en la sarta}} + h_{f \text{ LC}} + h_{f \text{ totales entrada al tanque}} + h_{f \text{ sistema de filtros}}$$

Ecuación 27 Pérdidas totales entre la fuente y el tanque

$$h_{f \text{ total}} = 1.50 \text{ metros} + 0.6325 \text{ m} + 10.61 \text{ m} + 0.2520 \text{ m} + 4.9 \text{ m}$$

$$\mathbf{h_{f \text{ total}} = 17.89 \text{ m}}$$

Por lo tanto, la carga total dinámica será igual a:

$$CTD = \Delta E + h_{f \text{ totales}}$$

Ecuación 28 Carga Total Dinámica

$$CTD = 108 \text{ metros} + 17.89 \text{ metros}$$

$$\mathbf{CTD = 125.89 \text{ m. c. a}}$$

$$P_{\text{bomba}} = \frac{1.76 \text{ lps} * 125.89 \text{ m}}{76 * 75\%}$$

$$\mathbf{P_{\text{bomba}} = 3.88 \text{ HP}}$$

$$P_{\text{motor}} = \frac{P_{\text{bomba}}}{\text{Eff motor}}$$

Ecuación 29 Potencia del Motor

$$P_{\text{motor}} = \frac{3.88 \text{ HP}}{80\%}$$

$$\mathbf{P_{\text{motor}} = 4.57 \text{ HP}}$$

Ilustración 1 Potencia de motores

6.5.1 Motores

Los motores eléctricos serán del tipo jaula de ardilla, de eje hueco y las capacidades de uso standard elaborados por los fabricantes son:

3, 5, 7.5, 10, 15, 20, 25, 30, 40, 50, 60, 75, 100, 125, 150, 200 HP.

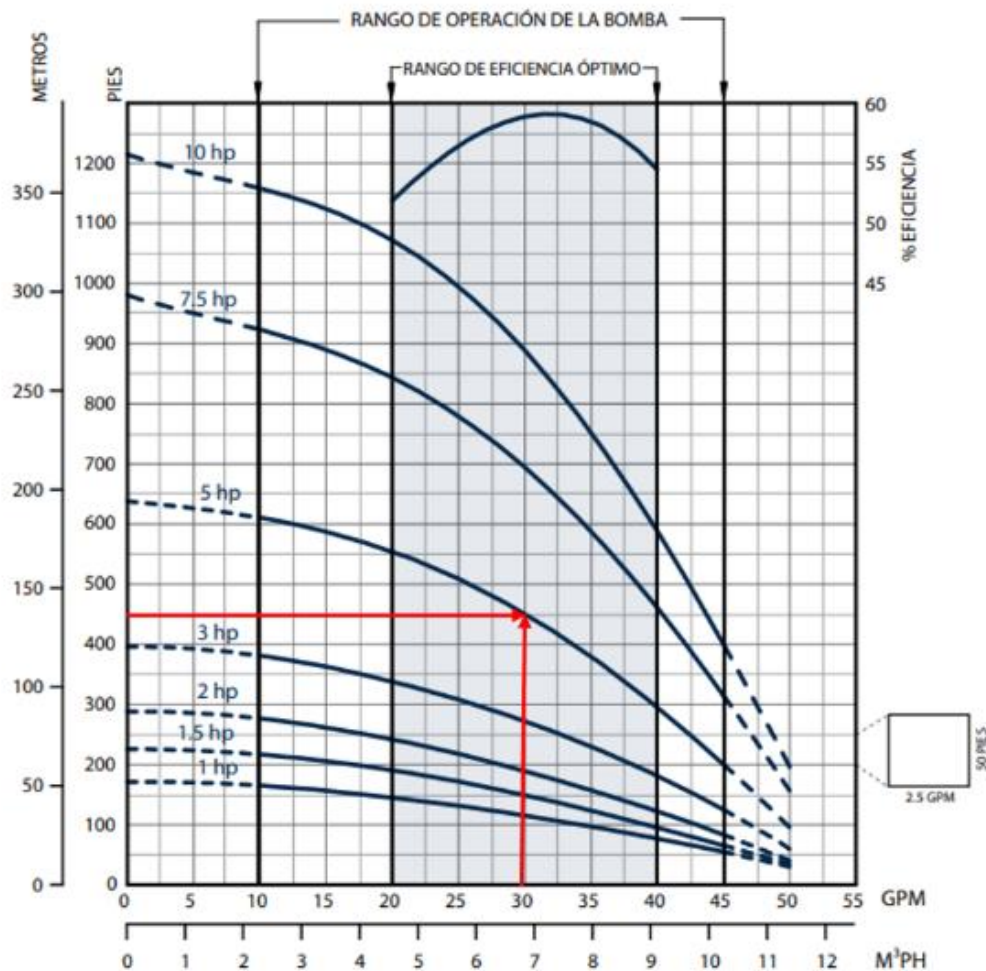
Se seleccionó la bomba Franklin Electric 35FA5S4-PE ya que es la adecuada, debido a que cumple con todas las especificaciones, tiene una potencia de 5 HP que es mayor a los 4.57 HP que se requieren, además de generar un caudal de bombeo de 114 litros por minuto que satisface la demanda de 95.4 litros por minuto que se tomó en el diseño y genera una carga total dinámica de 158.98 metros columna de agua. Con un motor eléctrico tipo jaula de ardilla de eje hueco con una potencia de 5 HP.

Cuadro 21 Modelos de Bombas Sumergibles Franklin Electric

GPM	HP	FLUJO (CAUDAL)												MODELO
		LPM	19	38	57	76	114	152	190	228	266	304	342	
		GPM	5	10	15	20	30	40	50	60	70	80	90	
		CARGA EN METROS												
35	1	-	-	50	45	40	30	20	-	-	-	-	-	35FA1S4
	1.5	-	-	60	55	50	40	30	-	-	-	-	-	35FA1SS4
	2	-	-	85	79	76	59	39	-	-	-	-	-	35FA2S4
	3	-	-	118	109	105	81	58	-	-	-	-	-	35FA3S4
	5	-	-	185	170	167	137	91	-	-	-	-	-	35FA5S4
	7.5	-	-	283	273	259	213	140	-	-	-	-	-	35FA7S4
	10	-	-	350	344	338	270	180	-	-	-	-	-	35FA10S4
45	1.5	-	-	-	50	45	38	30	20	-	-	-	-	56FA1SS4
	2	-	-	-	67	62	53	45	30	-	-	-	-	45FA2S4
	3	-	-	-	88	83	73	57	42	-	-	-	-	45FA3S4
	5	-	-	-	155	147	128	102	68	-	-	-	-	45FA5S4
	7.5	-	-	-	210	198	167	135	91	-	-	-	-	45FA7S4
	10	-	-	-	260	245	218	180	130	-	-	-	-	45FA10S4
60	2	-	-	-	-	50	45	38	31	25	19	-	-	60FA2S4
	3	-	-	-	-	70	67	58	53	41	30	-	-	60FA3S4
	5	-	-	-	-	113	103	94	83	67	45	-	-	60FA5S4
	7.5	-	-	-	-	144	133	120	102	83	56	-	-	60FA7S4
	10	-	-	-	-	201	182	163	137	106	76	-	-	60FA10S4
90	2	-	-	-	-	-	36	31	26	21	18	15	11	90FA2S4
	3	-	-	-	-	-	47	44	41	37	32	29	25	90FA3S4
	5	-	-	-	-	-	82	75	68	64	57	52	45	90FA5S4
	7.5	-	-	-	-	-	117	109	100	92	83	74	64	90FA7S4
	10	-	-	-	-	-	155	146	137	126	114	103	89	90FA10S4

Fuente: Franklinagua.com

Ilustración 2 Selección Con Curva Característica



Fuente: Franklinagua.com

3.3.5. Línea de conducción

A continuación, se muestra el análisis de diseño de la línea de conducción, la cual inicia en la fuente de abastecimiento (altura: 154 msnm) y termina en el reservorio (Longitud: 664.33 m).

Para determinar el diámetro (más económico) puede aplicarse la siguiente formula, ampliamente usada en los Estados Unidos de Norte América.

$$D(\text{metros}) = 0.9 \left(Q_b \left(\text{m}^3/\text{s} \right) \right)^{0.45}$$

Ecuación 30 Diámetro de la línea de conducción

Cuadro 22 Cálculo del Diámetro de la Línea de Conducción

Año	DEMANDA PROMEDIO (CPDT) a 20 años		Régimen de bombeo (hrs)	CPDT (final del periodo) lps	Caudal de bombeo (final del periodo) lps	Diámetro calculado (pulg)	Diámetro comercial (pulg)	Velocidad	Longitud (m)
	total								
	l/d	l/s							
2039	50,389.1	0.5832	16	0.58321	1.7580	1.1	1.50	1.5917	158.46

Fuente: Elaboración Propia

Según la Norma Técnica Obligatoria Nicaragüense (NTON) se calcula de la siguiente manera:

$$D(\text{metros}) = 1.3 * \left(t_{\text{bombeo}} (\text{hrs}) / 24 \text{ hrs} \right)^{0.25} * \left(\frac{\text{CMD} \left(\text{m}^3/\text{s} \right)^{0.5}}{1000} \right) * \frac{1}{0.0254}$$

Ecuación 31 Segundo método para determinar diámetro de la línea de conducción

Cuadro 23 Segunda manera de Determinar el Diámetro de la Línea de Conducción

Año	DEMANDA PROMEDIO (CPDT) a 20 años		Régimen de bombeo (hrs)	CPDT (final del periodo) lps	Caudal de bombeo (final del periodo) lps	Diámetro calculado (pulg)	Diámetro comercial (pulg)	Velocidad	Longitud (m)
	total								
	l/d	l/s							
2039	50,389.1	0.5832	16	0.58321	1.7580	2.0	2.00	0.89533	125.89

Fuente: Elaboración Propia

Ambos métodos son válidos para el dimensionamiento de una línea de conducción, sin embargo, para seleccionar el diámetro óptimo, se realizó un análisis para estimar cual sería el diámetro más económico.

Cálculo del diámetro más económico

Para la determinación del diámetro más económico, se aplicaron los métodos aprendidos en la asignatura de Ingeniería Sanitaria 1.

Cuadro 24 Cálculo del Diámetro más Económico

	Diámetro (pulg)	Longitud (m)	V.P	CAT	hf (m)	CTD (m)	Pot. Bomba (HP)	Pot. Motor (HP)	Pot. Comercial	CAE	CAEq	Conclusión
Diámetro medio	2	664.33	C\$ 12,659.16	C\$ 1,478.96	17.9	125.9	3.88	4.57	5	C\$ 154,598.52	C\$ 156,077.49	DIAMETRO MAS ECONOMICO
Diámetro menor	1.5	664.33	C\$ 11,563.66	C\$ 1,350.98	50.5	158.5	4.89	5.75	7.5	C\$ 231,897.79	C\$ 233,248.76	N/A
Diámetro mayor	3	664.33	C\$ 20,650.26	C\$ 2,412.56	8.6	116.6	3.50	4.11	5	C\$ 154,598.52	C\$ 157,011.08	N/A

Fuente: Elaboración Propia

Donde:

V.P: Valor presente

CAT: Costo anual de tubería

CTD: Carga total dinámica

CAE: Costo anual de energía

CAEq: Costo anual equivalente

$$V_p = \text{Longitud} \times \frac{\text{Precio de la tubería de 6m según diámetro}}{\text{Longitud efectiva de la tubería}}$$

Ecuación 32 Valor presente

Se tomó una longitud efectiva de tubería de 5.75 m y los precios se tomaron de la siguiente tabla:

Cuadro 25 Precios de Tuberías de 6m según Diámetro

Diámetro	Costos
1.50 pulg	C\$100.09
2 pulg	C\$109.57
3 pulg	C\$178.73
4 pulg	C\$239.68
6 pulg	C\$397.19
8 pulg	C\$451.97
10 pulg	C\$582.61

Fuente: Durman

$$CAT = V_p \times Crf$$

Ecuación 33 Costo anual de tubería

$$Crf = \frac{i}{1-(1+i)^{-n}}$$

Ecuación 34 Factor de recuperación de capital

Dónde el valor interés que se tomó es del 8% y el plazo n es igual a 15 años.

$$CAE = 0.7457 * POT \text{ motor} * COSTO \text{ DE ENERGIA} * tbombeo * 365 \text{ dias}$$

Ecuación 35 Costo *anual de energía*

El valor del costo de energía por Kilowatt hora es 7.10 córdobas.

$$CAEq = CAE + CAT$$

Ecuación 36 Costo anual equivalente

Determinación de la cédula de la tubería

Se propone cédula SDR 17 la cual será revisada por medio del golpe de Ariete, para comprobar si la tubería soporta el incremento de presión de agua.

Para la propuesta de esta cédula se necesitó realizar los siguientes cálculos:

$$K = \frac{10^{10}}{\varepsilon}$$

Ecuación 37 Coeficiente función del módulo de elasticidad del material

Cuadro 26 Valores de K según Material

Material	ε (kg/m ²)	K
Hierro y Acero	2.00E+10	0.50
Hierro Fundido	1.00E+10	1.00
Hormigón (sin Armar)	2.00E+09	5.00
Fibrocemento	1.85E+09	5.41
PVC	3.00E+08	33.33
PE baja densidad	2.00E+07	500.00
PE alta densidad	9.00E+07	111.11

Fuente: FISE

Se seleccionó $\varepsilon = 300000000$ kg/m² para PVC, por tanto el valor para K=33.33, estos datos obtenidos nos permitieron determinar la celeridad, como se presenta a continuación.

$$a = \frac{9900}{\sqrt{48.3 + K \cdot \frac{D}{e}}}$$

Ecuación 38 Celeridad

Cuadro 27 Datos de la Línea de Conducción

Datos de la Conducción	
Diámetro exterior (mm)	60.32
Espesor (mm)	3.77
Diámetro Interno (mm)	52.78
Material	`PVC`
ϵ	3.00E+08
Longitud (m)	664.330
K	33.330

Fuente: Elaboración Propia

Se determinó el valor de la Celeridad y el resultado fue $a = 410.52 \text{ m/s}$

La relación entre la Longitud de la Línea de Conducción y la Longitud crítica está dada por:

$$L = \frac{2 * L}{a}$$

Ecuación 39 $L_{\text{tub}}/L_{\text{critica}}$

$$L = 3.237$$

Cuadro 28 Datos de Instalación

Datos de la Instalación	
ΔE	108.00 m.c.a
CTD	125.89 m.c.a
Q b	1.76 lps
V	0.80 m/s
Hm/L	0.189
$0.4 \text{ m/s} \leq V \leq 2 \text{ m/s}$	OK

Fuente: Elaboración Propia

Cuadro 29 Tiempo de Parada de la Bomba

Cálculo del tiempo de parada de la bomba	
K	1.5
C	0.8
T	1.45 s

Fuente: Elaboración Propia

Para estimar el valor del tiempo de parada de la bomba, se realizó el siguiente proceso de cálculo:

$$T = C + \frac{K \cdot L \cdot v}{g \cdot H_m}$$

Ecuación 40 Tiempo de parada de la Bomba

Donde:

T: Tiempo en parada en segundos

C: Coeficiente según la pendiente de la conducción

K: Valor que depende de la conducción

L: Longitud real de la conducción en metros

V: Velocidad del agua en la conducción en m/s

g: Constante de la gravedad (9.8 m/s²)

H_m: Altura manométrica en metros

$$\frac{H_m}{L} < 0.20 \rightarrow C = 1$$

$$\frac{H_m}{L} \geq 0.40 \rightarrow C = 0$$

$$\frac{H_m}{L} \approx 0.30 \rightarrow C = 0.60$$

L	K
L < 500	2
L ≈ 500	1.75
500 < L < 1500	1.5
L ≈ 1500	1.25
L > 1500	1

El resultado del cálculo del tiempo de parada de la Bomba es $T = 1.45s$

La longitud crítica está dada por:

$$L_c = \frac{a \cdot T}{2}$$

Ecuación 41 Longitud crítica

El valor obtenido de la Longitud crítica es:

$$L_c = 297.28 \text{ m}$$

La determinación de la sobrepresión producida por el golpe de ariete, se estimó de acuerdo a los siguientes criterios.

Cuadro 30 Criterio para Estimar la Sobrepresión

CRITERIOS DE SELECCIÓN		
Si $L < L_c$ (Impulsión Corta)	$T > 2 \cdot L/2$	Formula de MICHAUD
Si $L > L_c$ (impulsión Corta) →	$T > 2 \cdot L/2$	Formula de ALLIEVI

Fuente: FISE

$$\Delta H = \frac{2 \cdot L \cdot V}{g \cdot T}$$

Ecuación 42 Formula de MICHAUD

$$\Delta H = \frac{a \cdot V}{g}$$

Ecuación 43 Formula de ALLIEVI

Al realizar la evaluación, de acuerdo a cada uno de los criterios mostrados en la tabla, se encontró que la fórmula más conveniente es la Formula de ALLIEVI.

$$\Delta H = \frac{a \cdot V}{g}$$

$$\Delta H = \frac{410.52 \text{ m/s} \cdot 0.80 \text{ m/s}}{9.81 \text{ m/s}^2}$$

$$\Delta H = 33.62 \text{ m. c. a}$$

Calculo en el punto presión de trabajo mas ΔH

$$\Delta H + \text{CTD} = 33.62 \text{ m. c. a} + 125.89 \text{ m. c. a}$$

$$\Delta H + \text{CTD} = 159.51 \text{ m. c. a}$$

$$\mathbf{159.51 \text{ m. c. a} < 175 \text{ m. c. a}}$$

Luego de realizar los cálculos correspondientes, con el fin de estimar si la cédula de la tubería era capaz de resistir el incremento de presiones en las tuberías, podemos afirmar que cumplen con todos los criterios para resistir las presiones requeridas, ya que la presión en la tubería es menor que los 175 m.c.a que resiste una cédula SDR-17.

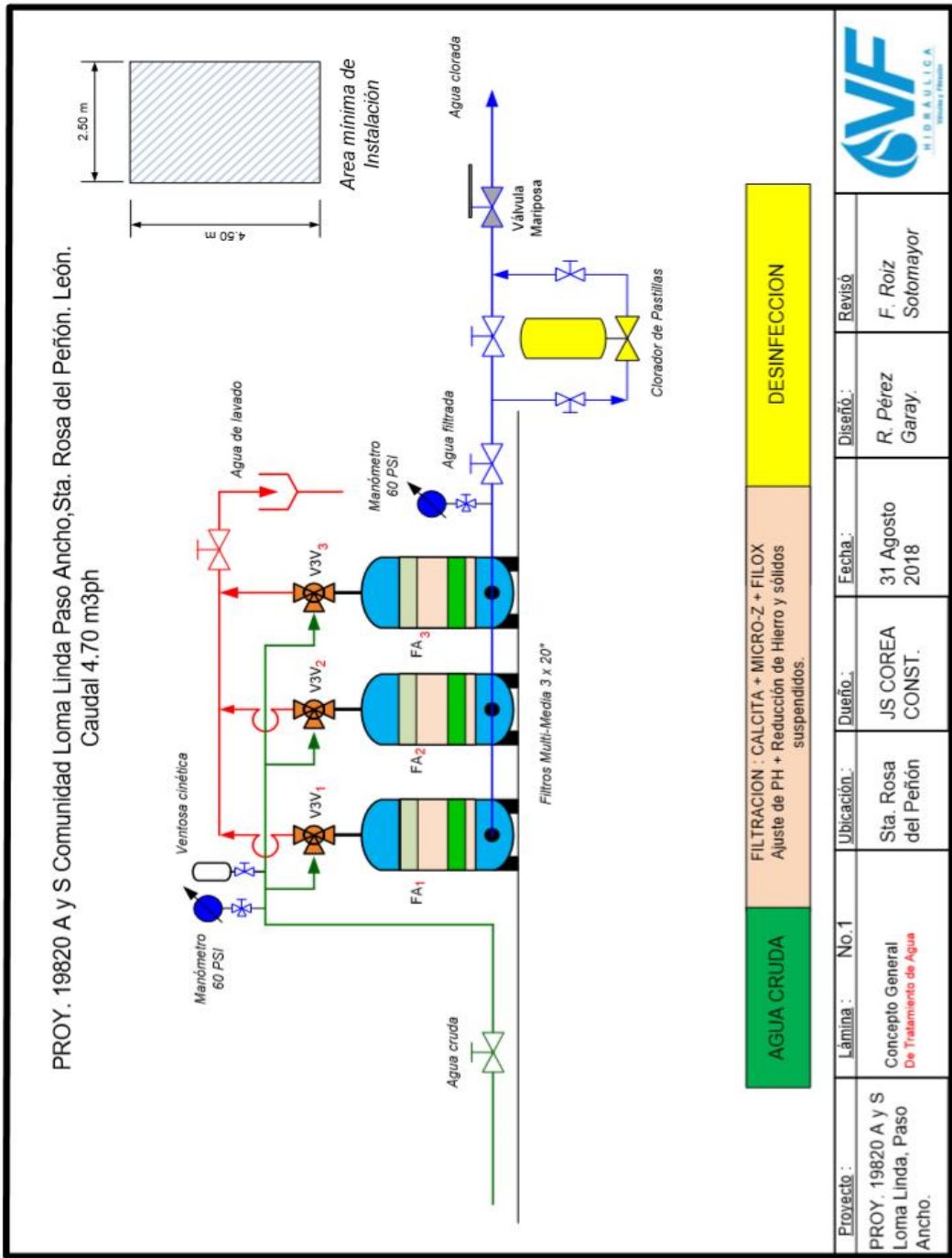
3.3.6. Filtro

La filtración es una operación unitaria de gran importancia dentro de un sistema de tratamiento y acondicionamiento de aguas. Generalmente la filtración se efectúa después de la separación de la mayoría de los sólidos suspendidos por sedimentación, aunque dependiendo de las características del agua, es posible que esta entre directamente a la etapa de filtración, sin ser sedimentada previamente.

Esto puede presentarse dependiendo de la cantidad y naturaleza de los sólidos en suspensión. Si la cantidad de sólidos suspendidos no es muy grande puede pasarse directamente a la etapa de filtración. Si la concentración de sólidos suspendidos en el agua a tratar es muy alta y se pasa directamente a la filtración, el filtro se satura rápidamente y es necesaria su limpieza con mucha mayor frecuencia, ya que los ciclos de filtración son de poca duración. Si previamente se separan los sólidos sedimentables, la carga en el filtro disminuye, y se tiene una mejor operación y un proceso de remoción de sólidos suspendidos más eficiente.

El método seleccionado en este proyecto es por medio de *filtro presurizado* ubicado en el predio del tanque de almacenamiento a una altitud de 230 msnm. El sistema de tratamiento cual consiste en filtración multimedia de profundidad con medio filtrante MICRO-Z + CALCITA + FILOX para poder ajustar el PH, reducir el hierro y los sólidos suspendidos.

Ilustración 3 Vista Elevación Filtro Presurizado y de Pastilla Clorador



Fuente: FISE

Los filtros estarán ubicados en una caseta de 5.0 m de largo y 3.00 m de ancho con protección de malla ciclón.

3.3.7. Tanque de almacenamiento

El emplazamiento del tanque de almacenamiento se ubica en la cota 230 msnm y la entrada superior al tanque de almacenamiento, se ubica en la cota 232 msnm (nivel de rebose).

El tanque de almacenamiento se proyectará para el final del período de diseño, el cual es de 20 años con una capacidad de 18 m³, que corresponde al 35% del Consumo Promedio Diario Total (CPDT) en el año 20. Este volumen es suficiente para cubrir la demanda de agua de la población en caso de falla por reparación en la línea de conducción o mantenimiento de la fuente. El tanque propuesto es completamente nuevo de concreto reforzado sobre suelo.

En el sitio donde se emplazará el tanque se realizará un corte de 1 m aproximadamente que corresponden al mejoramiento de suelo con suelo cemento en proporción 1:8 compactado a 95% standard en capas cada 0.15m.

Para garantizar la buena operación y mantenimiento del tanque, se consideraron todas las obras complementarias como: válvulas de 2" en las tuberías de entrada y salida, boca de acceso con tapa metálica, peldaños de acceso, respiradero, tubería de rebose y limpieza, y válvula de boya de 2".

Cálculo del dimensionamiento del tanque de almacenamiento

Para el cálculo de las dimensiones del tanque de almacenamiento, será necesario usar el consumo promedio diario total, pues el volumen a almacenar es un porcentaje de dicho dato.

$$\text{Vol Tanque} = 35\% * \text{CPDT}_{\text{año 20 de proyección}}$$

Ecuación 44 Capacidad del Tanque

$$\text{Volumen total} = 35\% * 50,404.52 \text{ lpd}$$

$$\text{Volumen total} = 17,641.58 \text{ litros}$$

$$\text{Volumen total} = 18 \text{ m}^3$$

Cálculo de la base del tanque

Teniendo en cuenta esa consideración la base del tanque, se calcula con la siguiente ecuación:

$$B = \sqrt[3]{V}$$

Ecuación 45 Dimensionamiento de base del tanque de almacenamiento

$$B = \sqrt[3]{18 \text{ m}^3}$$

$$\mathbf{B = 2.62 \text{ m}}$$

Longitud del tanque

$$L = 1.5B$$

Ecuación 46 Dimensionamiento de la longitud del tanque de almacenamiento.

$$L = 2.62 * 1.5$$

$$\mathbf{L = 3.93 \text{ m}}$$

Altura de agua en el tanque

$$H = \frac{2}{3}B$$

Ecuación 47 Altura de agua en el tanque

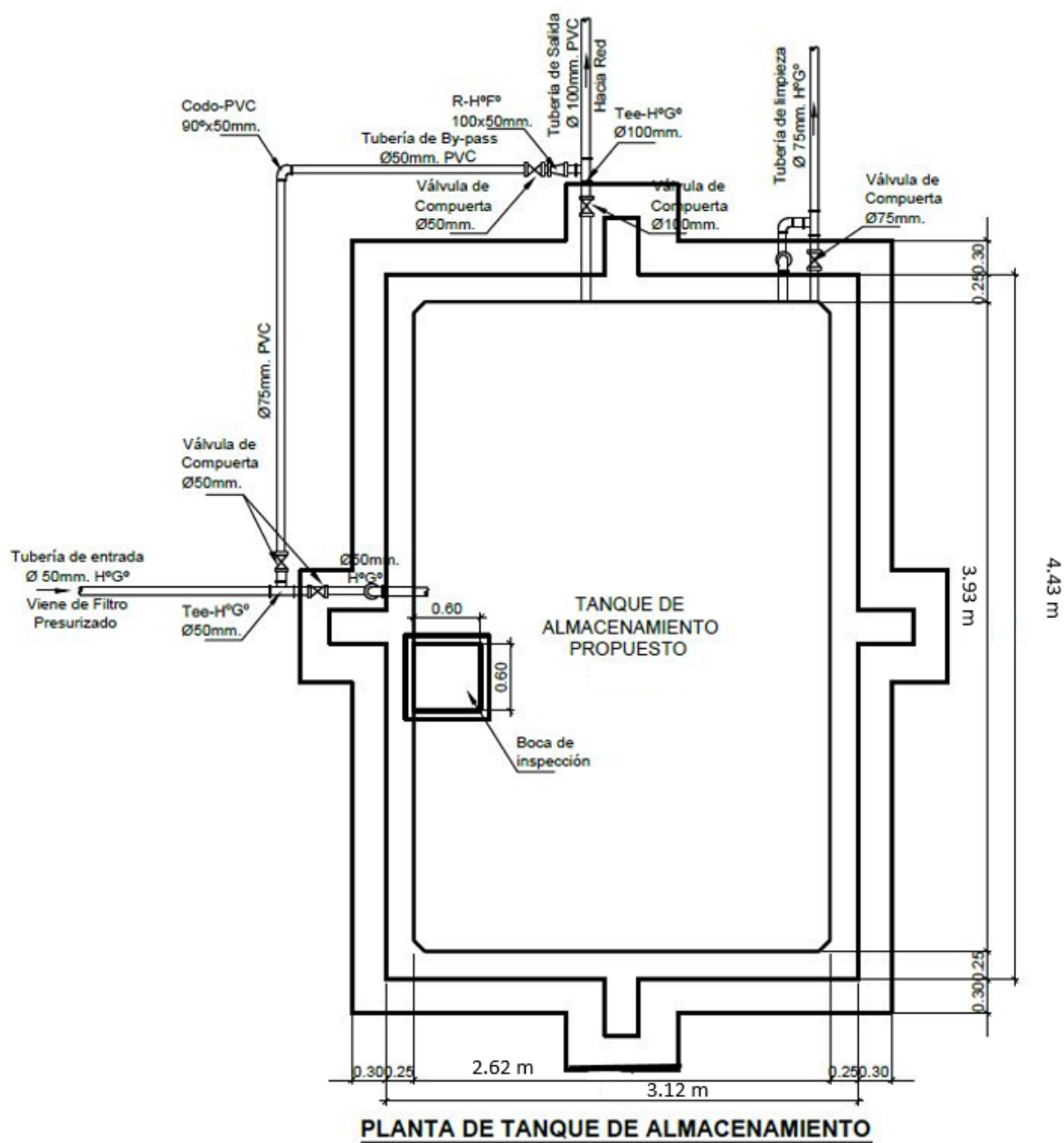
$$H = \frac{2 * 2.62 \text{ m}}{3} = 1.747 \text{ m} \cong 1.75 \text{ m}$$

Altura total del tanque

$$H = 1.75 \text{ m} + 0.25 \text{ m.}$$

$$\mathbf{H = 2 \text{ metros}}$$

Figura 4 Vista en Planta de Tanque de Almacenamiento



Fuente: FISE

3.3.8. Diseño de red de distribución

Generalidades

En el diseño de la red de distribución de una localidad, se debe de considerar los siguientes aspectos fundamentales:

- a) El diseño se hará para las condiciones más desfavorables en la red, con el fin de asegurar su correcto funcionamiento para el período de diseño.
- b) Deberá de tratarse de servir directamente al mayor porcentaje de la población dentro de las viviendas, en forma continua, de calidad aceptable y cantidad suficiente.
- c) La distribución de los gastos, debe hacerse mediante hipótesis que esté acorde con el consumo real de la localidad durante el período de diseño.
- d) Las redes de distribución deberán dotarse de los accesorios y obras necesarias, con el fin de asegurar el correcto funcionamiento, dentro de las normas establecidas y para facilitar su mantenimiento.
- e) El sistema principal de distribución de agua puede ser de red abierta, de malla cerrada, o una combinación de ambas y se distribuirán las tuberías en la planimetría de la localidad, tratando de abarcar el mayor número de viviendas mediante conexiones domiciliarias.

Parámetros de diseños

En estos se incluyen las dotaciones por persona, el período de diseño, la población futura y los factores específicos (velocidades permisibles, presiones mínimas y máximas, diámetro mínimo, cobertura sobre tubería y resistencia de las tuberías).

Velocidades permisibles

Se permitirán velocidades de flujo de 0.4 m/s a 2.00 m/s.

Presiones mínimas y máximas

La presión mínima residual en la red principal será de 5 m; la carga estática máxima será de 50 m. Se permitirán en puntos aislados, presiones estáticas hasta de 70 m, cuando el área de servicio sea de topografía muy irregular.

Diámetro mínimo

El diámetro mínimo de la tubería de la red de distribución será de 2 pulgadas (50mm) siempre y cuando se demuestre que su capacidad sea satisfactoria para atender la demanda máxima, aceptándose en ramales abiertos en extremos de la red, para servir a pocos usuarios de reducida capacidad económica; y en zonas donde razonablemente no se vaya a producir un aumento de densidad de población, podrá usarse el diámetro mínimo de una pulgada y media 1 ½" (37.5 mm) en longitudes no superiores a los 100.00 m.

Cobertura sobre tuberías

En el diseño de tuberías colocadas en calles de tránsito vehicular se mantendrá una cobertura mínima de 1.20 m, sobre la corona del conducto en toda su longitud, y en calles peatonales esta cobertura mínima será 0.70 m.

Tipo de red

Se utilizará una red de distribución de agua potable abierta o ramificada:

Este tipo de red de distribución se caracteriza por contar con una tubería principal de distribución (la de mayor diámetro) desde la cual parten ramales que terminarán en puntos ciegos, es decir sin interconexiones con otras tuberías en la misma red de distribución de agua potable.

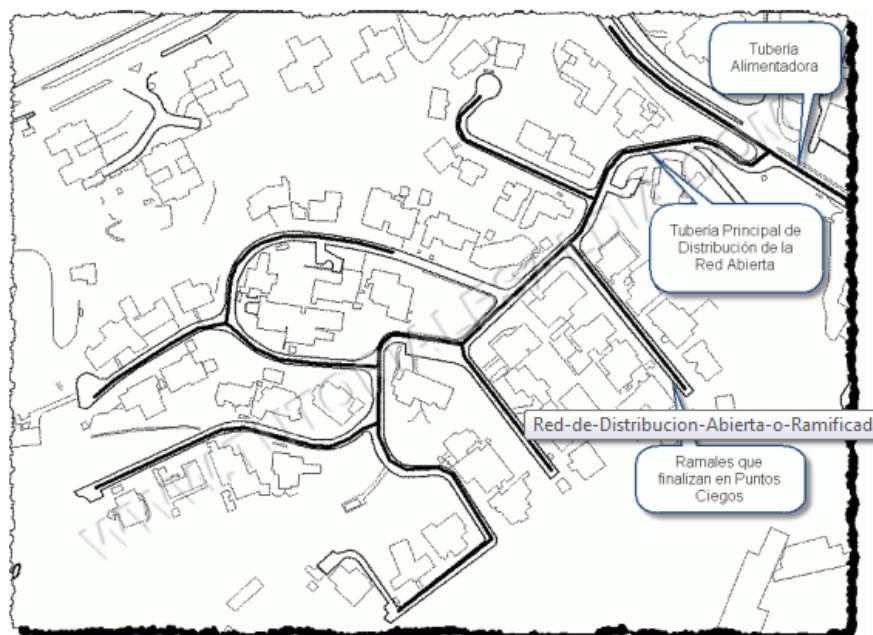
La red de distribución proyectada tiene cobertura del 100% de la población al final del periodo de diseño. Se ha previsto un sistema de red completamente nuevo.

El sistema de distribución de agua potable se diseña a fin de reducir problemas de operatividad, costos de construcción y mantenimiento. En base a esta premisa, el sistema se basa en la distribución de flujos a gravedad desde una estructura de almacenamiento con capacidad de 18 m³ ubicados en la salida de un filtro presurizado rural, el cual es alimentado directamente desde la fuente u obra de captación a través de la línea de conducción anteriormente descrita

La red de distribución sale del tanque y el trazado de la misma se realizó de acuerdo a características topográficas y urbanísticas de la comunidad y tendrá la capacidad para abastecer adecuadamente la población hasta el año 20 del período de diseño.

La red deberá contar con un diámetro de 50 mm (2") y 38 mm (1 ½") cedula SDR-21. Se ha considerado una longitud de tuberías solamente en la red de distribución de 7066.55 m. Así mismo, se requerirán 4 estaciones de válvulas reguladoras de presión para el control de las presiones en las tuberías a lo largo de la red de distribución.

Ilustración 4 Ejemplo de Red de Distribución de Agua Potable Abierta

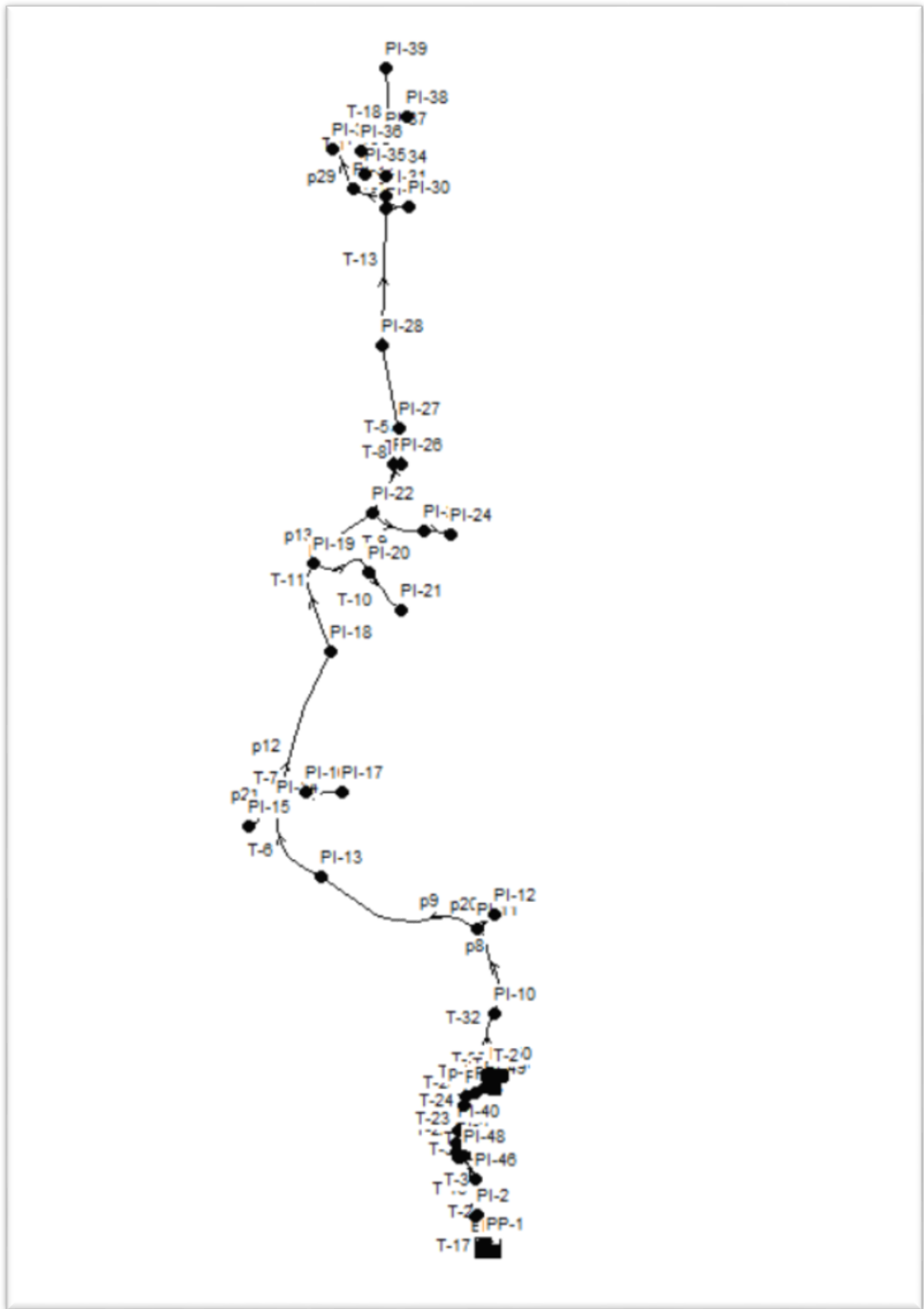


Fuente: FISE

En el análisis hidráulico de la red de distribución se utilizó el método iterativo de Hardy-Cross, mediante el uso del simulador por computadora EPANET v2 para analizar el comportamiento estático (Sin Consumo) y dinámico (Con Consumo Máxima Hora en la Red) del sistema con todas las conexiones domiciliarias instaladas.

La red de distribución se analizó con el caudal de Consumo de Máximo Hora (1.46 lps), en base a la proyección de consumo hasta el final del período de diseño de (20 años), el cual se distribuyó en todos los nodos de la red para concentrar el caudal, también se analizó la condición sin consumo en la red, para determinar las presiones máximas y cedulas de las tuberías.

Figura 5 Esquema Hidráulico, ubicación de nodos a utilizar para la simulación hidráulica



Fuente: Elaboración Propia

Figura 6 Elevaciones de cada nodo



Cuadro 31 Distribución Nodal de Consumo

Tabla de Red - Líneas		Tabla de Red - Nodos		C	N	E	S	O	Long. Tributaria (m)	Q asig (lps)
ID Línea	Longitud (m)	ID Nudo	Cota (m)							
Tubería T-21	14.69	Conexión PI-1	159							
Tubería T-22	31.90	Conexión PI-2	157							
Tubería T-23	47.71	Conexión PI-3	178							
Tubería T-24	94.38	Conexión PI-4	178							
Tubería T-25	32.53	Conexión PI-5	179							
Tubería p6	229.30	Conexión PI-40	180							
Tubería p7	359.40	Conexión PI-41	183							
Tubería T-26	36.51	Conexión PI-42	192							
Tubería T-27	38.99	Conexión PI-43	194							
Tubería T-30	29.90	Conexión PI-45	206							
Tubería T-32	231.30	Conexión PI-46	168							
Tubería T-33	17.19	Conexión PI-48	178							
Tubería T-34	19.37	Conexión PI-49	196							
Tubería T-35	93.49	Conexión PI-50	207							
Tubería T-36	14.33	Conexión PI-6	195							
Tubería p8	321.90	Conexión PI-9	208	0					0	0.000
Tubería p9	623.10	Conexión PI-10	196	1	588.7				589	0.122
Tubería p12	596.10	Conexión PI-11	172	2	623.1		321.9		945	0.196
Tubería p13	288.50	Conexión PI-13	198	0					0	0.000
Tubería p15	44.61	Conexión PI-14	200	2	596.1		311.5		908	0.188
Tubería p16	108.90	Conexión PI-18	191	0					0	0.000
Tubería p19	96.90	Conexión PI-19	181	1			336.3		336	0.070
Tubería p20	79.43	Conexión PI-22	181	2	199.7		288.5		488	0.101
Tubería p21	131.00	Conexión PI-25	173	0					0	0.000
Tubería p23	135.40	Conexión PI-29	174	1			505.2		505	0.105
Tubería p24	227.80	Conexión PI-31	175	1		44.61			45	0.009
Tubería p29	161.00	Conexión PI-37	177	1			139.2		139	0.029
Tubería p30	121.60	Conexión PI-38	170	1				108.9	109	0.023
Tubería p33	75.95	Conexión PI-39	177	1			239.9		240	0.050
Tubería p35	69.24	Conexión PI-27	174	1			132.32		132	0.027
Tubería T-2	111.03	Conexión PI-23	164	1				194.6	195	0.040
Tubería T-3	134.08	Conexión PI-24	161	1				96.9	97	0.020
Tubería T-1	12.03	Conexión PI-12	154	1				79.43	79	0.016
Tubería T-4	132.32	Conexión PI-15	203	1		131			131	0.027
Tubería T-5	445.50	Conexión PI-16	197	1				115.5	116	0.024
Tubería T-6	311.50	Conexión PI-17	195	1		135.4			135	0.028

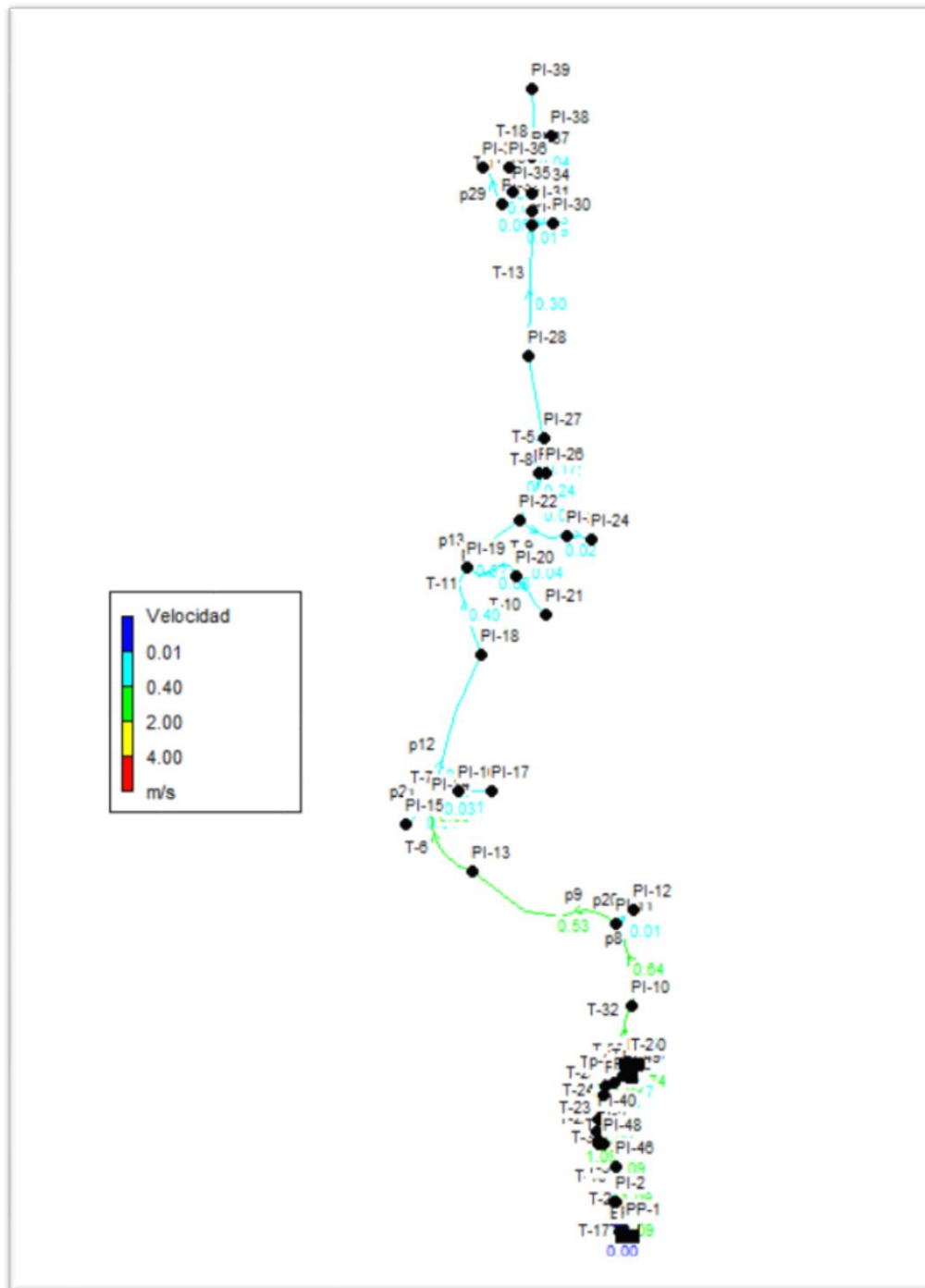
Tabla de Red - Líneas		Tabla de Red - Nudos		C	N	E	S	O	Long. Tributaria (m)	Q asig (lps)
ID Línea	Longitud (m)	ID Nudo	Cota (m)							
Tubería T-7	115.50	Conexión PI-20	175	1				227.8	228	0.047
Tubería T-8	199.70	Conexión PI-21	170	1				191.1	191	0.040
Tubería T-9	194.60	Conexión PI-30	168	1				83.85	84	0.017
Tubería T-10	191.10	Conexión PI-33	202	1			161		161	0.033
Tubería T-11	336.30	Conexión PI-32	183	1		121.6			122	0.025
Tubería T-12	83.85	Conexión PI-28	180	0					0	0.000
Tubería T-13	505.20	Conexión PI-34	177	1			69.24		69	0.014
Tubería T-14	92.82	Conexión PI-35	183	1		75.95			76	0.016
Tubería T-15	139.20	Conexión PI-36	190	1			92.82		93	0.019
Tubería T-16	227.00	Conexión PI-26	172	2	445.5			12.03	458	0.095
Tubería T-17	140.00	Conexión PI-7	173	0					0	0.000
Tubería T-18	239.90	Conexión PI-8	154	2	227	0	140	0	367	0.076
Bomba B-1	No Disponible	Embalse PP-1	124							
		Depósito T-1	230	TOTAL						1.46

Fuente: Elaboración Propia.

Resultados obtenidos en el análisis del software EPANET

Al obtener dichos resultados de la simulación en el programa Epanet, se determinó que algunos nodos de la red, no cumplen como algunos parámetros de diseño, entre estos se encuentra las velocidades, es por ello que en estos puntos críticos se ubicarán válvulas de limpieza con el objetivo de mantener las tuberías libres de sedimentaciones, esto permitirá un funcionamiento correcto del sistema.

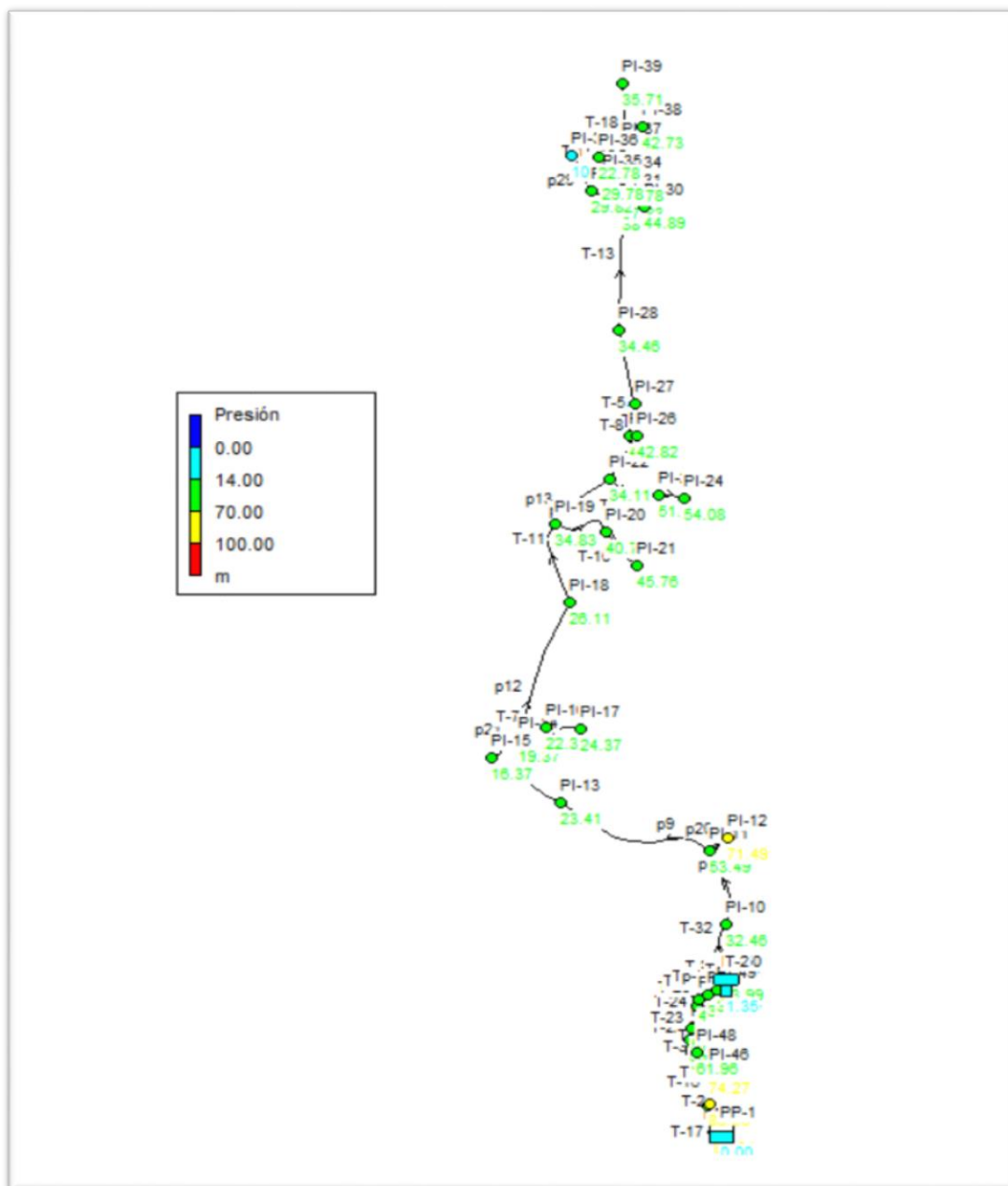
Figura 7 Velocidades en el sistema con consumo máximo horario.



Fuente: Elaboración propia

Uno de los parámetros de mayor importancia en el análisis del sistema es la presión en cada nodo, según la Normas Rurales ENACAL las presiones tienen que estar estimadas entre 14 m.c.a y 70 m.c.a, de tal forma que los resultados obtenidos están de acuerdo a lo indicado en las Normas antes mencionadas.

Figura 8 Presiones en el sistema con consumo máximo horario



Fuente: Elaboración propia.

En esta tabla se presentan las características de trabajo de la red, además, muestra los elementos de cada una de las tuberías, tales como el diámetro, la longitud, las pérdidas, entre otros, además, aspectos como el caudal y la velocidad que pasan por las tuberías.

Cuadro 32 Características de trabajo durante consumo máximo horario de las tuberías en la red

Tabla de Red - Líneas					
	Longitud	Diámetro	Caudal	Velocidad	Pérd. Unit.
ID Línea	m	mm	Lps	m/s	m/km
Tubería p6	229.3	38	-0.08	0.07	0.19 ^o
Tubería p8	321.9	50	1.26	0.64	9.21
Tubería p9	623.1	50	1.05	0.53	6.55
Tubería p12	596.1	50	0.78	0.4	3.8
Tubería p13	288.5	50	0.62	0.32	2.5
Tubería p15	44.61	38	0.22	0.19	1.36
Tubería p16	108.9	38	0.02	0.02	0.02
Tubería p19	96.9	38	0.02	0.02	0.02
Tubería p20	79.43	38	0.02	0.01	0.01
Tubería p21	131	50	0.03	0.01	0.01
Tubería p23	135.4	50	0.03	0.01	0.01
Tubería p24	227.8	38	0.09	0.08	0.25
Tubería p29	161	38	-0.03	0.03	0.04
Tubería p30	121.6	38	-0.06	0.05	0.12
Tubería p33	75.95	38	0.04	0.03	0.05
Tubería p35	69.24	38	0.15	0.13	0.69
Tubería T-1	12.03	38	0.12	0.11	0.47
Tubería T-4	132.32	38	0.03	0.02	0.03
Tubería T-5	445.5	50	0.34	0.17	0.82
Tubería T-6	311.5	50	-1.05	0.53	6.55
Tubería T-7	115.5	50	0.05	0.03	0.03
Tubería T-8	199.7	50	0.46	0.24	1.44
Tubería T-9	194.6	38	0.06	0.05	0.12
Tubería T-10	191.1	38	0.04	0.04	0.06
Tubería T-11	336.3	50	0.78	0.4	3.8
Tubería T-12	83.85	38	0.02	0.01	0.01
Tubería T-13	505.2	38	0.34	0.3	3.11

Tabla de Red - Líneas					
	Longitud	Diámetro	Caudal	Velocidad	Pérd. Unit.
ID Línea	m	mm	Lps	m/s	m/km
Tubería T-14	92.82	38	0.02	0.02	0.01
Tubería T-15	139.2	38	0.1	0.09	0.33
Tubería T-16	227	38	0.08	0.07	0.19
Tubería T-17	140	38	0.08	0.07	0.19
Tubería T-18	239.9	38	0.05	0.04	0.09
Tubería T-2	111.03	50	2.15	1.09	24.77
Tubería T-3	134.08	50	2.15	1.09	24.77
Tubería T-21	14.69	50	2.15	1.09	24.77
Tubería T-22	31.8995	50	2.15	1.09	24.77
Tubería T-23	47.71	50	2.15	1.09	24.77
Tubería T-24	94.38	50	2.15	1.09	24.77
Tubería T-25	32.53	50	2.15	1.09	24.77
Tubería T-26	36.51	50	2.15	1.09	24.77
Tubería T-27	38.9876	50	2.15	1.09	24.77
Tubería T-30	29.9	50	1.46	0.74	12.08
Tubería p-6	128.0993	38	-0.08	0.07	0.19
Tubería T-32	231.3	50	1.38	0.7	10.94
Tubería T-33	17.19	50	2.15	1.09	24.77
Tubería T-34	19.37	50	2.15	1.09	24.77
Tubería T-35	93.49	50	2.15	1.09	24.77
Tubería T-36	14.33	50	2.15	1.09	24.76
Bomba B-1	No Disponible	No Disponible	2.15	0	-124.34

Fuente: Elaboración propia

En la tabla siguiente se muestra las conexiones de cada una de las tuberías, posterior a la simulación realizada en el software, estas fueron realizadas con consumo y sin consumo máxima hora, obteniendo resultados de forma exitosa, ya que los rangos de presiones están dentro de los parámetros establecidos por las Normas Rurales.

Cuadro 33 Resumen de Resultados de EPANET, en ambos casos (Con Consumo y sin Consumo)

Tabla de Red - Nudos							
	Prueba con consumo Máxima hora				Prueba sin consumo		
	Cota	Demanda	Altura	Presión	Demanda	Altura	Presión
ID Nudo	m	Lps	m	m	Lps	m	m
Conexión PI-6	195	0	230.92	35.92	0	231.35	36.35
Conexión PI-9	208	0	230.96	22.96	0	231.35	23.35
Conexión PI-10	196	0.12	228.46	32.46	0	231.35	35.35
Conexión PI-11	172	0.2	225.49	53.49	0	231.35	59.35
Conexión PI-13	198	0	221.41	23.41	0	231.35	33.35
Conexión PI-14	200	0.19	219.37	19.37	0	231.35	31.35
Conexión PI-18	191	0	217.11	26.11	0	231.35	40.35
Conexión PI-19	181	0.07	215.83	34.83	0	231.35	50.35
Conexión PI-22	181	0.1	215.11	34.11	0	231.35	50.35
Conexión PI-25	173	0	214.82	41.82	0	231.35	58.35
Conexión PI-29	174	0.1	212.89	38.89	0	231.35	57.35
Conexión PI-31	175	0.01	212.83	37.83	0	231.35	56.35
Conexión PI-37	177	0.03	212.74	35.74	0	231.35	54.35
Conexión PI-38	170	0.02	212.73	42.73	0	231.35	61.35
Conexión PI-39	177	0.05	212.71	35.71	0	231.35	54.35
Conexión PI-27	174	0.03	214.81	40.81	0	231.35	57.35
Conexión PI-23	164	0.04	215.09	51.09	0	231.35	67.35
Conexión PI-24	161	0.02	215.08	54.08	0	231.35	70.35
Conexión PI-12	154	0.02	225.49	71.49	0	231.35	77.35
Conexión PI-15	203	0.03	219.37	16.37	0	231.35	28.35
Conexión PI-16	197	0.02	219.37	22.37	0	231.35	34.35
Conexión PI-17	195	0.03	219.37	24.37	0	231.35	36.35
Conexión PI-20	175	0.05	215.78	40.78	0	231.35	56.35
Conexión PI-21	170	0.04	215.76	45.76	0	231.35	61.35
Conexión PI-30	168	0.02	212.89	44.89	0	231.35	63.35

Tabla de Red - Nudos							
	Prueba con consumo Máxima hora				Prueba sin consumo		
	Cota	Demanda	Altura	Presión	Demanda	Altura	Presión
ID Nudo	m	Lps	m	m	Lps	m	m
Conexión PI-33	202	0.03	212.81	10.81	0	231.35	29.35
Conexión PI-32	183	0.03	212.82	29.82	0	231.35	48.35
Conexión PI-28	180	0	214.46	34.46	0	231.35	51.35
Conexión PI-34	177	0.01	212.78	35.78	0	231.35	54.35
Conexión PI-35	183	0.02	212.78	29.78	0	231.35	48.35
Conexión PI-36	190	0.02	212.78	22.78	0	231.35	41.35
Conexión PI-26	172	0.09	214.82	42.82	0	231.35	59.35
Conexión PI-7	173	0	230.88	57.88	0	231.35	58.35
Conexión PI-8	154	0.08	230.85	76.85	0	231.35	77.35
Conexión PI-1	159	0	248.34	89.34	0	248.34	89.34
Conexión PI-2	157	0	245.59	88.59	0	245.59	88.59
Conexión PI-3	178	0	239.6	61.6	0	239.6	61.6
Conexión PI-4	178	0	239.24	61.24	0	239.24	61.24
Conexión PI-5	179	0	238.45	59.45	0	238.45	59.45
Conexión PI-40	180	0	237.27	57.27	0	237.27	57.27
Conexión PI-41	183	0	234.93	51.93	0	234.93	51.93
Conexión PI-42	192	0	234.13	42.13	0	234.13	42.13
Conexión PI-43	194	0	233.22	39.22	0	233.22	39.22
Conexión PI-45	206	0	231.83	25.83	0	231.83	25.83
Conexión PI-46	168	0	242.27	74.27	0	242.27	74.27
Conexión PI-48	178	0	239.96	61.96	0	239.96	61.96
Conexión PI-49	196	0	232.26	36.26	0	232.26	36.26
Conexión PI-50	207	0	230.99	23.99	0	231.35	24.35
Embalse PP-1	124	-2.15	124	0	-2.15	124	0
Depósito T-2	230	0.69	231.35	1.35	2.15	231.35	1.35

Fuente: Elaboración propia

Nivel de servicio

El suministro de agua potable a las viviendas será por medio de conexiones domiciliarias, las cuales se instalarán completamente con sus respectivos medidores y cajas de protección (114 Viviendas), para dar una cobertura del 100%.

3.3.9. Actividades de construcción

Preliminares

Dentro de las actividades preliminares, podemos mencionar la limpieza inicial, la cual consiste en la limpieza o el desmonte del terreno para la construcción de del tanque de almacenamiento y la instalación del sistema de bombeo. Posterior a la limpieza del terreno se procede a al trazo y nivelación del terreno, esta consiste en determinar las dimensiones del terreno, así como las elevaciones del mismo. También dentro de esta etapa se debe tomar en cuenta, un sistema de señalización para indicar que, en el terreno, se está realizando una obra de construcción. Respecto a la fuente de abastecimiento se rehabilitó el pozo La Rastra con el cual se piensa abastecer a la población, no fue necesaria la excavación del mismo porque es un pozo existente en la comunidad.

Línea de conducción

En esta etapa de construcción, se tienen en cuenta actividades como excavación de terreno en los ejes donde serán ubicadas las tuberías de la línea de conducción, luego se instalarán las tuberías de PVC, posteriormente su relleno y compactación de las mismas, una vez finalizada las actividades antes descritas, se deberá realizar una prueba hidrostática, con el fin de estimar que las tuberías son capaces de soportar las presiones a las cuales serán sometidas.

Línea de distribución

Respecto a las actividades de la línea de distribución, estará conformada de la misma forma que la línea de conducción, pero además se deben de tener en cuenta la instalación de las válvulas y accesorios que son de gran importancia y tienen que ser instaladas con el mayor cuidado posible.

Tanque de almacenamiento

Para la realización de las actividades en esta etapa en particular, primero se determinó el punto de mayor elevación, posteriormente se realizó el movimiento de tierra donde sería ubicado el tanque, luego su construcción como tal, la cual está conformada de mampostería y por último la instalación de válvulas y accesorios, así como una cerca perimetral que impida el acceso a personal no autorizado.

Fuente y obra de toma

Se diseñó la obra de captación para obtener el caudal en las condiciones requeridas, reducir al mínimo los costos de operación y mantenimiento, para esto se seleccionó materiales que garantizan su vida útil, así mismo se dimensionaron los elementos estructurales, con el fin de obtener su costo y eficiencia más razonable.

Estación de bombeo de agua potable

Entre las principales actividades a realizar en esta sección se encuentra, la construcción de la caseta de control, donde se supervisará, que todo el sistema esté trabajando de forma correcta, también las instalaciones eléctricas necesarias para dicho funcionamiento, además, de la construcción de cercas perimetrales y portones, para la seguridad de la estación de control.

Conexiones

Dentro de esta etapa, las actividades principales son, las conexiones domiciliarias, las cuales deben ser instaladas de forma perpendicular a la matriz de agua, con trazo alineado, según el nivel de pendiente, así como instalación de válvulas y medidores de agua potable.

Planta de purificación

En esta sección la única actividad programada es la instalación de filtros presurizados, estos son de gran importancia, ya que permiten controlar las velocidades de los fluidos en las tuberías.

Limpieza final y entrega

Esta última etapa de construcción del proyecto, tiene como principales actividades la limpieza y entrega final del proyecto, así como la ubicación de la placa conmemorativa, que indicara la fecha en que el proyecto fue entregado.

3.4. Aspectos legales y de funcionamiento

Todo proyecto requiere de una conformación legal, siendo este el caso en que los componentes que requieren legalidad a favor de la comunidad son el terreno de la fuente de captación y el predio donde se encontrará el filtro presurizado y el tanque de almacenamiento.

Se cuenta con escrituras de legalidad a favor de la municipalidad de Santa Rosa del Peñón tanto para el terreno de la fuente como para el terreno del tanque de almacenamiento, por tanto, la inversión en terrenos es cero.

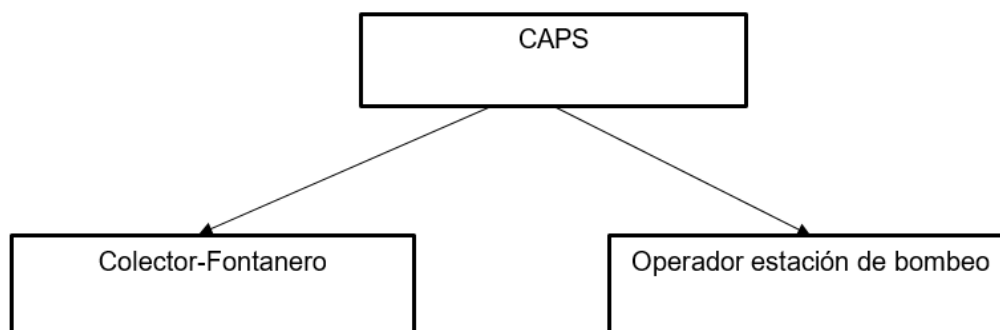
En dependencia de la modalidad del proyecto se realizarán capacitaciones a la junta directiva del CAPS (Comité de Agua Potable y Saneamiento), en los temas sobre administración, operación y mantenimiento del sistema de agua del tipo mini acueducto por bombeo eléctrico (MABE). Por la complejidad del tipo de obra, el ingeniero, residente del proyecto, será el responsable de dirigir el evento de capacitación sobre la operación y mantenimiento de su sistema, para brindar conocimientos sobre la operación del sistema.

En el ámbito social, se brindarán conocimientos sobre la administración del sistema de agua como son el montaje de libros contables (libro diario, libro mayor, libro de actas) recibos de entradas y salidas, facturas; control de materiales, planillas de pago, lectura de medidores, rendiciones de cuentas, auditorías sociales cada 2 meses y otros. Para la lectura de medidores se capacitarán especialmente a 2 miembros de la directiva o del CAPS para que sean estos los que realicen la actividad de lectura de estos, en cada hogar. En estos temas se tratará que los miembros de la junta directiva y en especial el presidente y tesorero del CAPS dominen los conocimientos básicos contables para llevar la contabilidad del sistema y la buena administración de su proyecto. Para cada tema de capacitación se utilizarán las cartillas orientadas por Fondo de Inversión Social de Emergencia (FISE), sobre la administración del sistema de agua potable.

3.4.1. Organigrama

Para que el sistema funcione es necesario contar con una persona que se encargue de darle el mantenimiento necesario al sistema, el cual incluye la operación del equipo de bombeo, cloración y operación de válvulas durante dicho mantenimiento. La persona que el CAPS designe recibirá un salario mínimo por el tiempo dedicado a esta actividad.

Ilustración 5 Organigrama.



Fuente: FISE

Funciones de cada cargo

Colector—fontanero

Es el encargado de realizar las instalaciones de agua potable, además, posterior a la instalación de todo el sistema, se encarga de supervisar y reparar cualquier tubería que se evitara su correcto funcionamiento.

Operador de la estación de bombeo

Inspeccionar y verificar el adecuado funcionamiento de las bombas, válvulas, paneles, tuberías, controladores de presión y temperatura, instalaciones, motores y otros equipos del proceso de bombeo, además de diagnosticar y reportar fallas en lo equipos que requieran el consenso de personal especializado.

Días laborales

Los días laborales se han establecido de acuerdo al tipo de proyecto y al cargo del personal, es decir, el administrador y cobrador, estarán laborando de lunes a sábado hasta medio día, sin embargo, el operador deberá estar disponible los siete días de la semana, debido a que tiene que estar pendiente del funcionamiento correcto de la estación de bombeo.

CAPITULO IV: ESTUDIO SOCIOECONÓMICO

4.1. Generalidades

Esta evaluación se realizó con el fin de comprobar la rentabilidad económica del proyecto, de igual manera, se encuentra plasmado un análisis de todos los flujos financieros del proyecto con el objetivo de determinar la capacidad y la rentabilidad del proyecto, además, se calcularon todos los costos, los cuales se obtienen en base al análisis técnico.

Las inversiones a realizar para la ejecución del proyecto social, pueden dividirse en áreas tales como: terrenos, infraestructura, prevención y mitigación ambiental, maquinarias y equipos, desarrollo de recursos humanos y planificación de la operación.

4.1.1. Vida útil

El proyecto está destinado a poseer una vida útil de 20 años, en los cuales se le dará completa satisfacción a las necesidades de la población, de igual modo contribuir al desarrollo de la comunidad ya que se eliminarán factores de enfermedades, ciclos de recolección de agua y otros factores que aquejan a las comunidades.

4.1.2. Moneda utilizada para evaluar los costos

Los valores monetarios están estimados en córdobas, porque los gastos fueron estimados en córdobas y todo lo referente al presupuesto es en córdobas.

4.2. Inversión del proyecto

En esta sección se analizan los diferentes factores e instrumentos utilizados en esta obra y los costos de cada uno de dichos factores.

Cuadro 34 Inversión Total del Proyecto

Descripción	Costo
Activos Fijos	C\$6,236,190.61
Activos Diferidos	C\$ 254,205.20
Total	C\$6,490,395.81

Fuente: Elaboración Propia

4.2.1. Activos fijos

Los activos fijos o bienes tangibles son todos aquellos utilizados en el proceso de transformación de insumos o apoyos a la operación. La inversión total en activos fijos es de **C\$ 6,236,190.61**, detallándose cada uno de los activos a continuación.

Terrenos

Se cuenta con escrituras de legalidad a favor de la municipalidad de Santa Rosa del Peñón tanto para el predio de la fuente como para el predio del tanque de almacenamiento, por tanto, la inversión en terrenos es cero.

Edificaciones

Se realizará una caseta de control en la estación de bombeo, la cual estará resguardada y operada por una persona cuya función principal será vigilar la entrada del lugar solo permitiendo personal autorizado que den mantenimiento al sitio y operar la bomba en su encendido y apagado.

Presupuesto

A continuación, se presenta un resumen de cada una de las actividades, que corresponden a las etapas y sub etapas concernientes a la construcción del proyecto, además, de su respectivo costo y presupuesto.

Cuadro 35 Actividades de Construcción del Proyecto

ETAPA	SUB ETAPA	Descripción	U/M	CANT.	Costo Unitario	Costo Total C\$	Aporte Comunitario C\$
310	CÓDIGO	Preliminares	GLB			168,724.6106	0
	31001	Limpieza inicial.	M2	640	17.92	11,468.8	0
	31002	Trazo y nivelación	ML	8523.83	16.4756	140,435.2135	0
	31005	Rotulo	C/U	1	16820.5971	16,820.5971	0
320		Línea de conducción	ML	771.08	419.9203867	323,792.2117	183,257.4314
	32001	Excavación de tuberías.	M3	493.4912	286.72	141,493.7969	141,493.7969
	32011	Relleno y compactación	M3	491.928348	84.8978	41,763.63453	41,763.63453
	32015	Instalación de tuberías PVC	ML	771.08	137.47	106,000.3676	0
	32023	Pruebas hidrostáticas	C/U	2	155.2802	310.5604	0
	32024	Acarreo de tierra	M3	2.03170717	114.0054	231,625.5882	231,625,5882
	32025	Válvulas y accesorios	C/U	10	1348.7898	13,487.898	0
	32026	Cruces aéreos	C/U	2	10252.16438	20,504.32877	0
330		Línea de distribución	ML	7751.85		204,9494.879	835,500.1939
	33001	Excavación de tuberías.	M3	4651.65	94.6176	440,127.959	440,127.959
	33009	Relleno y compactación	M3			393,580.8062	393,580.8062
	33011	Acarreo de tierra	M3	15.7135424		1,791.428684	1,791.428684
	33014	Tubería de 1 ½" de diámetro	ML	3981		286,864.4904	0
	33015	Tuberías PVC de 2 "	ML	3770.85		37,4227.4499	0
	33022	Pruebas hidrostáticas	C/U	25.8425		4,012.828569	0
	33023	Válvulas y accesorios	C/U			528,385.5873	0
	32026	Cruces aéreos	C/U			20,504.32877	0
335		Tanque de almacenamiento				763,256.5269	0
	33501	Movimiento de tierra	M3	18		25,624.04376	0
	33502	Tanque de almacenamiento				467,671.24	
	33503	Válvulas y accesorios				513,85.28194	
	33504	Otros tipos de obras	GLB			180,452.2068	
	33505	Cerca perimetral y portones				38,123.75438	
340		Fuente y obras de toma				282,797.7706	0
	34001	Obras de captación	C/U			282,797.7706	0
345		Estación de bombeo	GLB			483,361.1252	

ETAPA	SUB ETAPA	Descripción	U/M	CANT.	Costo Unitario	Costo Total C\$	Aporte Comunitario C\$
	34501	Caseta de control	C/U			41,649.05861	0
	34503	Equipos, tubería y accesorios	GLB			229,452.0264	0
	34504	Instalaciones eléctricas-media tensión	GLB			98,790.4072	0
	34506	Cercas perimetrales y portones	C/U			17,047.4607	0
	34508	Instalaciones eléctricas-baja tensión				96,422.1723	0
350	350	Conexiones	C/U			371,998.4628	304,893.3444
	35001	Conexiones domiciliarias	C/U			83,055.7564	83,055.7564
	35002	Instalación de válvulas				71415.168	71,415.168
	35009	Medidores de agua potable				217,527.5384	150,422.42
360	360	Planta de purificación	C/U			400,374.4	
	36003	Filtros presurizados	C/U			400,374.4	0
370		Limpieza final y entrega				19,433.6581	
	37001	Limpieza y entrega final	GLB			11,468.8	0
	37003	Placa conmemorativa	C/U			7964.8581	0
Total de costos directos						4,863,233.645	1,323,650.97

Fuente: Elaboración propia

Participación comunitaria

La participación comunitaria organizada se ha previsto en las etapas del ciclo del proyecto (formulación, ejecución, supervisión y seguimiento). La población de la comunidad ha participado en asambleas informativas y de concertación, donde se ha identificado, discutido y seleccionado el tipo de sistema de agua a construir. El CAPS será el encargado de organizar y dirigir las actividades para la ejecución del proyecto, garantizarán el cuidado y buen uso de los materiales. A través de las asambleas la comunidad asumirá el compromiso de aportar la mano de obra para la construcción del sistema, materiales locales (arena, piedra, agua), así como conformar su respectivo comité de seguimiento.

Respecto al aporte comunitario, se ha contabilizado en cantidades monetarias, logrando así un valor total de **C\$ 1, 323,650.97**, el cual está distribuido en las diferentes etapas de la construcción del proyecto, como se muestra en la tabla antes descrita. Al finalizar el proyecto las familias beneficiarias, serán los responsables del cuidado y mantenimiento de las obras construidas, el CAPS apoyará en los trabajos de operación y mantenimiento que se requieran y el grado de organización para esta actividad.

Equipo

En este proyecto será utilizada una bomba de impulsión de agua desde el cárcamo de bombeo hacia el tanque de almacenamiento, la bomba es de 5 HP, mayor a los 4.57 HP que se requieren para superar la CTD, con un caudal de 114 litros por minuto el cual satisface la demanda de 95.4 litros por minuto, con un diámetro de salida de 2 pulgadas. Este equipo tiene un costo de **C\$ 49,306.00** córdobas netos.

Cuadro 36 Costo de Bomba

Concepto	U/m	Cantidad	Costo Unitario en C\$	Total
Bomba	GLB	1	C\$ 49,306.00	C\$ 49,306.00

Fuente: Elaboración Propia

La inversión total en edificaciones es de **C\$ 6,186,884.61**, siendo este el rubro de inversión más alto, asumiendo que la mano de obra es parte de aporte comunitario tal como fue consensuado en asambleas comunitarias.

Los costos totales en activos fijos, se muestran en la siguiente tabla, estos están compuestos por los costos de las edificaciones, además, de los costos por la compra del equipo de bombeo.

Cuadro 37 Resumen de Activos Fijos

Descripción	Costo
Edificaciones	C\$ 6,186,884.61
Equipos	C\$ 49,306.00
Total	C\$ 6,236,190.61

Fuente: Elaboración Propia

4.2.2. Activos diferidos

Estudios

Estudio hidrogeológico

Para determinar la fuente de abastecimiento de agua para el sistema de la comunidad de Loma Linda y Paso Ancho se ha realizado un estudio hídrico que ha incluido un estudio hidrogeológico, el cual ha arrojado como fuente optima la utilización de un pozo perforado, coordenadas UTM WGS-84 W 568107 y N 1411015, a una elevación de 154 metros sobre el nivel del mar. Dicho pozo tiene una profundidad aproximada de 61 metros. Se utilizará una bomba sumergible para impulsar el agua desde el nivel mínimo de bombeo hasta un tanque.

Calidad de aguas

Los resultados del análisis físico químico, y análisis bacteriológicos, obtenidos en la muestra del pozo existente, indican que el recurso hídrico propuesto corresponde a la categoría 1-B, es decir; Aguas que pueden ser acondicionadas por medio de tratamientos convencionales, esto permite que el pozo sea utilizado como fuente principal, para abastecer a las comunidades en estudio.

Aforos

Para estimar los volúmenes máximos y mínimos de agua, se realizaron aforos que permiten determinar si la fuente es capaz de brindar las cantidades necesarias de líquidos para cubrir la demanda del proyecto.

Encuestas

Se realizaron encuestas con el fin de estimar las cantidades de familias que necesitan de este proyecto, para mejorar su calidad de vida.

En la siguiente tabla, se muestra un resumen de los costos de cada uno de los estudios que fundamentan, las condiciones de la fuente, esto permite realizar las mejoras en la calidad de este vital liquido, para posteriormente, llevarla hasta los hogares de cada una de estas familias.

Cuadro 38 Resumen de Costos Diferidos

Estudios realizados	Costo C\$
Hidrogeológico	C\$ 97,524.50
Calidad de agua	C\$ 65,587.85
Aforos	C\$ 60,568.30
Encuestas	C\$ 30,524.55
Total	C\$ 254,205.20

Fuente: FISE

Para el arranque del proyecto es necesario la gestión legal de los terrenos, así como la elaboración de los estudios correspondientes, el costo total de inversión en activos diferidos es de **C\$ 254,205.20**

Cabe destacar que siendo FISE y la alcaldía las instituciones dueñas del proyecto y dado que esta es una institución exenta del pago de impuestos, no se estiman depreciaciones ni amortizaciones para los activos fijos y diferidos calculados respectivamente.

4.3. Costos de funcionamiento

Se consideran en los costos de funcionamiento y operación, los gastos de administración, personal de operación, fondo para reposición, reparaciones en el sistema y recuperación de la inversión.

Cuadro 39 Costos anuales por salarios

COSTO ANUAL DE SALARIOS								
No. Empleados	cargo	Salario mensual C\$	Salario Anual	Aguinaldo	Vacaciones	Inatec	Seguro Social	Total Anual
1	Administrador y cobrador	C\$4,000.00	C\$48,000.00	C\$4,000.00	C\$4,000.00	C\$0.00	C\$8,840.00	C\$64,840.00
1	Fontanero / operador	C\$3,500.00	C\$42,000.00	C\$4,001.00	C\$4,001.00	C\$0.00	C\$7,820.17	C\$57,822.17
TOTAL								C\$122,662.17

Fuente: elaboración propia

Costos de mantenimiento

Los costos de mantenimiento comprenden los gastos en reparaciones menores en paredes y piso de los módulos construidos, de los filtros y sustitución de accesorios que se dañen en la red de agua, y los gastos de las restantes instalaciones.

Cuadro 40 Producción de Agua por Año

Tabla de Datos	
No. Conexiones =	116
Dotación (lppd) =	55
Tiempo (días) =	365

Año		Población	No viviendas	Hab/No. Viv.	Consumo Total viviendas (m3/año)	Consumo/Vivienda (m³/año)	Consumo /Vivienda (m³/mes)	consumo escuela x mes (m3/año)	20% perdidas (m3 x año)	Agua no contabilizada	m3 año de agua producida
0.00	2019	456.00	116.00	3.74	25,080.00	216.21	18.02	896.00	5,195.20	6,091.20	31,171.20
1.00	2020	468.00	117.29	3.99	25,740.00	219.45	18.29	896.00	5,327.20	6,223.20	31,963.20
2.00	2021	479.00	120.05	3.99	26,345.00	219.45	18.29	896.00	5,448.20	6,344.20	32,689.20
3.00	2022	491.00	123.06	3.99	27,005.00	219.45	18.29	896.00	5,580.20	6,476.20	33,481.20
4.00	2023	503.00	126.07	3.99	27,665.00	219.45	18.29	896.00	5,712.20	6,608.20	34,273.20
5.00	2024	516.00	129.32	3.99	28,380.00	219.45	18.29	896.00	5,855.20	6,751.20	35,131.20
6.00	2025	529.00	132.58	3.99	29,095.00	219.45	18.29	896.00	5,998.20	6,894.20	35,989.20
7.00	2026	542.00	135.84	3.99	29,810.00	219.45	18.29	896.00	6,141.20	7,037.20	36,847.20
8.00	2027	556.00	139.35	3.99	30,580.00	219.45	18.29	896.00	6,295.20	7,191.20	37,771.20
9.00	2028	570.00	142.86	3.99	31,350.00	219.45	18.29	896.00	6,449.20	7,345.20	38,695.20
10.00	2029	584.00	146.37	3.99	32,120.00	219.45	18.29	896.00	6,603.20	7,499.20	39,619.20
11.00	2030	598.00	149.87	3.99	32,890.00	219.45	18.29	896.00	6,757.20	7,653.20	40,543.20
12.00	2031	613.00	153.63	3.99	33,715.00	219.45	18.29	896.00	6,922.20	7,818.20	41,533.20
13.00	2032	629.00	157.64	3.99	34,595.00	219.45	18.29	896.00	7,098.20	7,994.20	42,589.20
14.00	2033	644.00	161.40	3.99	35,420.00	219.45	18.29	896.00	7,263.20	8,159.20	43,579.20
15.00	2034	661.00	165.66	3.99	36,355.00	219.45	18.29	896.00	7,450.20	8,346.20	44,701.20
16.00	2035	677.00	169.67	3.99	37,235.00	219.45	18.29	896.00	7,626.20	8,522.20	45,757.20
17.00	2036	694.00	173.93	3.99	38,170.00	219.45	18.29	896.00	7,813.20	8,709.20	46,879.20
18.00	2037	711.00	178.20	3.99	39,105.00	219.45	18.29	896.00	8,000.20	8,896.20	48,001.20
19.00	2038	729.00	182.71	3.99	40,095.00	219.45	18.29	896.00	8,198.20	9,094.20	49,189.20
20.00	2039	747.00	187.22	3.99	41,085.00	219.45	18.29	2,624.00	8,741.80	11,365.80	52,450.80

Fuente: Elaboración Propia

Costos de Operación

La presente tabla, muestra los gastos de energía mensuales, que son necesarios para el funcionamiento del sistema de bombeo, durante las 16 horas de funcionamiento por día.

Cuadro 41 Costos Anuales por Gastos de Energía Eléctrica

Consumo de Energía Eléctrica por Año					
Tipo de Categoría : Energía convencional					
	Producción Agua Potable	Consumo de Energía	Horas de bombeo	Tarifa aplicada autorizada	Total Facturas mensual
Mes	m ³	KWh		C\$ /Kwh	En Córdoba
1	31,171.2	1.49	16	7.1	C\$ 5,077.92
2	31,171.2	1.49	16	7.1	C\$ 5,077.92
3	31,171.2	1.49	16	7.1	C\$ 5,077.92
4	31,171.2	1.49	16	7.1	C\$ 5,077.92
5	31,171.2	1.49	16	7.1	C\$ 5,077.92
6	31,171.2	1.49	16	7.1	C\$ 5,077.92
7	31,171.2	1.49	16	7.1	C\$ 5,077.92
8	31,171.2	1.49	16	7.1	C\$ 5,077.92
9	31,171.2	1.49	16	7.1	C\$ 5,077.92
10	31,171.2	1.49	16	7.1	C\$ 5,077.92
11	31,171.2	1.49	16	7.1	C\$ 5,077.92
12	31,171.2	1.49	16	7.1	C\$ 5,077.92
Total	374,054.4	17.88	192	7.1	C\$ 60,935.04

Fuente: Elaboración Propia

En la tabla siguiente, se muestra las principales características del equipo de bombeo, entre estas se adjunta el consumo, las horas que funcionará la bomba por día, además del gasto de energía mensual, que permite el buen funcionamiento del equipo de bombeo.

Cuadro 42 Capacidad del Equipo de Bombeo

Capacidad del Equipo de Bombeo			
2HP			
Consumo E	Horas	Días	Khw/mes
1.49	16	30	716.16

Fuente: Elaboración Propia

A continuación, se presentan los gastos en productos químicos, que se requieren para mejorar la calidad de agua que consume la población.

Cuadro 43 Costo Anual de Productos Químicos

Determinación de Costo Anual de Productos Químicos							
Año	Producción (m³/año)	producción lts	mg / lts	concentracion mg/lts	Cloro litros	cloro C\$/gls	C\$ Totales
1	31171.2	31171200	2	120000	519.52	130	17,843.49

Fuente: Elaboración Propia.

Posterior a la construcción e inicio del funcionamiento del proyecto, es necesario estimar los costos que conlleva el cuidado y mantenimiento del proyecto, es por ello, que les presentamos un resumen de los costos que permiten que el proyecto funcione de forma óptima.

Cuadro 44 Resumen de Gastos Anuales de Mantenimiento

Gastos Anuales de Mantenimiento	
costos mantenimiento red y tanque	C\$ 18,000.00
costos mantenimiento equipos	C\$ 24,000.00
Materiales	C\$ 2,500.00
Costos Directos de Mantenimiento	C\$ 18,000.00
Otros Costos Directos	C\$ 5,000.00
Total	C\$ 67,500.00

Fuente: Elaboración propia

En la siguiente tabla, se pueden identificar, los gastos administrativos anuales, entre estos se observa, papelería, viáticos, servicios telefónicos, además de los pagos anuales de los encargados de la supervisión correcta del proyecto.

Cuadro 45 Resumen de Costos Anuales de Administración

Descripción	C\$
Papelería y Útiles de Oficina	C\$ 500.00
Servicios de Teléfonos	C\$ 800.00
Viáticos	C\$ 1,200.00
Útiles de Limpieza	C\$ 1,200.00
Elaboración de Facturas	C\$ 1,500.00
Otros	C\$ 1,000.00
Total	6,200

Fuente: Elaboración propia

Los gastos de operación están compuestos principalmente por la Energía Eléctrica, productos químicos, los cuales permiten una mejora en la calidad de agua que se brinda a la población, la siguiente tabla, se presentan los costos anuales de estos insumos.

Cuadro 46 Gastos Anuales de Operación

Descripción	C\$
Energía Eléctrica	60,935.04
Productos Químicos	17,843.48745
Costos Directos de Personal (OyM)	122,662.17
Costos administracion	64,840.00
Total	266,280.6975

Fuente: Elaboración propio

Luego de estimar, cada una de los gastos necesarios anualmente, para el buen funcionamiento del equipo de bombeo, les presentamos el valor monetario total, como se muestra en la siguiente tabla.

Cuadro 47 Costos Totales Anuales

Descripción	C\$
Gastos de administracion y Comerciales	C\$ 6,200.00
Mantenimiento	C\$ 67,500.00
Operación	C\$ 266,280.70
Total	C\$ 339,980.70

Fuente: Elaboración propia

Posteriormente, al cálculo de los gastos anuales en el año, se procedió a estimar los incrementos que estos presentaran por motivos del ritmo de la inflación, que para el cierre del año 2018 fue estimado con un valor porcentual de 3.89%.

Cuadro 48 Costos Anules Proyectados

Año	Proyección de costos C\$
0	C\$ 339,980.70
1	C\$ 353,205.95
2	C\$ 366,945.66
3	C\$ 381,219.84
4	C\$ 396,049.30
5	C\$ 411,455.61
6	C\$ 427,461.24
7	C\$ 444,089.48
8	C\$ 461,364.56
9	C\$ 479,311.64
10	C\$ 497,956.86
11	C\$ 517,327.39
12	C\$ 537,451.42
13	C\$ 558,358.28
14	C\$ 580,078.42
15	C\$ 602,643.47
16	C\$ 626,086.30
17	C\$ 650,441.06
18	C\$ 675,743.21
19	C\$ 702,029.63
20	C\$ 729,338.58

Fuente: Elaboración propia

4.4. Ingresos

Los ingresos presentados en la siguiente sección, se componen de ingresos por la tarifa, como se muestra a continuación, por otra parte, tenemos los ingresos por los beneficios en reducción de enfermedades e incremento en actividades

Tarifa

Para el cálculo de la Tarifa del proyecto se utilizó como documento base la Cartilla para el cálculo de tarifas en pequeños sistemas de agua potable. Para obtener dicho costo se utilizó la formula siguiente:

$$CP = \frac{OMA + RAF}{V}$$

Ecuación 48 Calculo De Tarifa Para Pequeños Sistemas de Agua Potable

Donde:

OMA=(SP+EE+PQ+M) +GA

RAF= Costo de Reposición de los activos Fijos

V= Volumen de agua facturado en un año expresado en m³.

$V = [P * (1 - ANC)]$, donde ANC es el agua no contabilizada o perdidas máximas admisibles del 20% (ANC = 0.20).

O y M = Costos de operación y mantenimiento

SP = Salarios y Prestaciones Sociales.

EE = Energía Eléctrica.

PQ = Productos Químicos.

M = Materiales.

GA = Gastos de Administración

Cuadro 49. Metodología Utilizada en la determinación de la tarifa

Estado del Flujo de Efectivo Anual - Agua Potable (En Córdobas)	
Viviendas Servidas - Conexiones (Unidades)	116
% del Total, Viviendas servidas	116
Volumen de Ventas (m ³)	31,171
Ingresos	
Facturación de Agua Potable	339,981
Ingreso por reconexiones y nuevas conexiones	2,700
Total Ingresos (a)	342,681
Gastos Corrientes	
Gastos de operación y mantenimiento	333,781
Gastos Administrativos y de Comercialización	6,200
Total Gastos Corrientes (b)	339,981
Costo Reposición Activos Fijos (c)	
Total egresos (d=b+c)	339,981
Superavit o deficit antes de impuestos e	2,700
Impuesto a la renta (f)	0
Superavit ó deficit después de impuestos (g=a-d-f)	2,700
Criterios / supuestos	
Ventas (m ³)	31,171
Egresos (C\$)	339,981
Tarifa a Costos promedios C\$/m ³ Fórmula	10.91
Tarifa a Costos Promedios C\$/m ³ Valor	10.91
Utilidad sobre ventas	1%
Rebajas anuales (máximo)	1%
Agua no Contabilizada	20%
Total viviendas en el último año de la proyección	187
Tarifa promedio estimada	
Consumo promedio por vivienda en m³/mes	9.9
Tarifa promedio estimada C\$/mes	108.01

Como resultado se obtiene una tarifa de **10.91C\$/m³**, es decir aproximadamente 9.9m³, lo que equivale a **C\$108.01 mensual**.

Los ingresos económicos que presenta el proyecto, están establecidos, a partir de la tarifa mostrada anteriormente. A continuación, se muestra el cálculo de los ingresos aproximados del proyecto, estimando los consumos de la población.

Cuadro 50 Ingresos

Año		Población	No viviendas	Consumo/ Vivienda (m ³ /mes)	Precio m ³ /mes	Tarifa C\$/Vivienda	Tarifa C\$/anual	Ingresos totales C\$
0	2019	456.00	116.00	9.90	10.91	108.01	1,296.11	37,587.19
1	2020	468.00	117.00	9.90	10.91	108.01	1,296.11	37,911.22
2	2021	479.00	120.00	9.90	10.91	108.01	1,296.11	38,883.30
3	2022	491.00	123.00	9.90	10.91	108.01	1,296.11	39,855.38
4	2023	503.00	126.00	9.90	10.91	108.01	1,296.11	40,827.47
5	2024	516.00	129.00	9.90	10.91	108.01	1,296.11	41,799.55
6	2025	529.00	133.00	9.90	10.91	108.01	1,296.11	43,095.66
7	2026	542.00	136.00	9.90	10.91	108.01	1,296.11	44,067.74
8	2027	556.00	139.00	9.90	10.91	108.01	1,296.11	45,039.82
9	2028	570.00	143.00	9.90	10.91	108.01	1,296.11	46,335.93
10	2029	584.00	146.00	9.90	10.91	108.01	1,296.11	47,308.02
11	2030	598.00	150.00	9.90	10.91	108.01	1,296.11	48,604.13
12	2031	613.00	154.00	9.90	10.91	108.01	1,296.11	49,900.24
13	2032	629.00	158.00	9.90	10.91	108.01	1,296.11	51,196.35
14	2033	644.00	161.00	9.90	10.91	108.01	1,296.11	52,168.43
15	2034	661.00	166.00	9.90	10.91	108.01	1,296.11	53,788.57
16	2035	677.00	170.00	9.90	10.91	108.01	1,296.11	55,084.68
17	2036	694.00	174.00	9.90	10.91	108.01	1,296.11	56,380.79
18	2037	711.00	178.00	9.90	10.91	108.01	1,296.11	57,676.90
19	2038	729.00	183.00	9.90	10.91	108.01	1,296.11	59,297.03
20	2039	747.00	187.00	9.90	10.91	108.01	1,296.11	60,593.14

Fuente: Elaboración propia

4.5. Análisis de beneficio

Con relación a la calidad del agua que consume la población de ambas comunidades, el 77 % de las familias considera que el agua que consumen es de mala calidad, el otro 23% de ellos consideran que el agua que consumen es normal.

De lo anterior se desprenden los beneficios sociales que aporta el proyecto, estos los podemos resumir en lo siguiente:

- Disminuye el gasto de dinero en compra de medicamentos y transporte para combatir las enfermedades de origen hídrico.
- Aumente la productividad dentro de la comunidad una vez puesta en operación el sistema, ya que disponen de mayor tiempo para las actividades.
- Mejora las condiciones de vida en general de la población, ya que la incidencia de enfermedades se verá reducida en gran medida con la puesta en marcha del proyecto.

según datos del Ministerio de Salud (MINSA) en promedio una familia gasta aproximadamente C\$4,800 anuales, cada vez que se enferman, además, de los gastos por disminución de tiempo en actividades productivas, según la Organización Mundial de la Salud cuando un sistema de abastecimiento de este tipo, se establece que los beneficios pueden variar desde un 60 a un 90%, si se asume el rango menor del 60%, se puede establecer el siguiente ahorro como beneficio.

A continuación, se presenta la metodología utilizada para estimar los beneficios por enfermedades e incrementos productivos, que serán producidos, una vez que el proyecto se ponga en marcha.

Cuadro 51 Metodología de Beneficio por Reducción de Enfermedades

Descripción		Valor monetario
Se asume un costo promedio diario para el estado, por estadía en el centro de salud*		C\$ 200.00
Personas que no asistirán al centro de salud por enfermedades de origen hidrico (mes) por cada familia= 2		
Ingreso Promedio Mensual		C\$ 1,000.00
Se asume que el costo de la medicina representa un 12% del IPM de cada vivienda, por tato (C\$/familia-mes)		C\$ 120.00
El ahorro mensual será de (C\$/familia-mes) =		C\$ 640.00
numero de familias en la comunidad =	119 familias	
Conciderando que se tienen 4 hab/vivienda		C\$ 160.00
Ahorro por disminucion de enfermedades por persona anual		C\$ 1,920.00

Fuente: FISE

Cuadro 52 Beneficios por incremento productivo

Descripción	Valor monetario
Horas pérdidas en acarreo de agua (mes)=	15.00
Costo de una hora laboral (C\$/hora) =	C\$ 33.33
Si se considera que el 50% de este tiempo es invertido en actividades económicas	50.00%
se tiene (C\$/mes) =	C\$ 250.00
Conciderando que se tienen 4 hab/vivienda	
Se obtiene el ahorro mensual por persona	C\$ 62.50
Para obtener un ahorro total anual por habitante	C\$ 750.00

Fuente: FISE

En la siguiente tabla, se presenta un resumen de las cuantificaciones en cantidades numéricas de los beneficios que se prevén una vez puesto en operación el proyecto.

Cuadro 53 Beneficios por Enfermedades e Incremento de Productividad

Año	Poblacion Total	Poblacion que se enferma(60%)	Beneficio por disminucion de enfermedades por persona anual	Beneficio por incremento en actividades productivo por persona anual	Beneficio total
0	456.00	274.00	1,920.00	750.00	621,843.00
1	468.00	281.00	2,029.06	792.60	673,952.54
2	479.00	288.00	2,144.31	837.62	729,975.50
3	491.00	295.00	2,266.10	885.20	790,188.34
4	503.00	302.00	2,394.82	935.48	854,886.28
5	516.00	310.00	2,530.84	988.61	927,376.11
6	529.00	318.00	2,674.60	1,044.76	1,005,342.71
7	542.00	326.00	2,826.51	1,104.11	1,089,174.39
8	556.00	334.00	2,987.06	1,166.82	1,179,285.86
9	570.00	342.00	3,156.72	1,233.09	1,276,120.06
10	584.00	351.00	3,336.02	1,303.13	1,384,093.25
11	598.00	359.00	3,525.51	1,377.15	1,496,047.86
12	613.00	368.00	3,725.76	1,455.38	1,620,659.06
13	629.00	378.00	3,937.38	1,538.04	1,759,253.59
14	644.00	387.00	4,161.03	1,625.40	1,903,445.37
15	661.00	397.00	4,397.37	1,717.72	2,063,539.39
16	677.00	407.00	4,647.14	1,815.29	2,235,679.12
17	694.00	417.00	4,911.10	1,918.40	2,420,716.44
18	711.00	427.00	5,190.05	2,027.36	2,619,561.17
19	729.00	438.00	5,484.85	2,142.52	2,839,668.12
20	747.00	449.00	5,796.39	2,264.21	3,076,327.87

Fuente: Elaboración propia

Los ingresos totales estimados en la sección anterior, se componen tanto de la tarifa calculada, a partir del consumo de la población y de los beneficios obtenidos una vez que el proyecto inicie su función.

4.6. Tasa mínima atractiva de rendimiento (TREMA)

Dado que este proyecto se encuentra dentro del cartero de proyectos sociales la TREMA, la tasa a utilizar será la Tasa Social de Descuento para Nicaragua, la cual está estimada en **8%**.

4.7. Flujo Neto de Efectivo (FNE)

A continuación, se muestra el FNE usando la tarifa de los CAPS o tarifa social.

El flujo neto de efectivo, se puede estimar de la siguiente forma, debido a que el proyecto está libre de impuestos y/o amortizaciones.

FNE = Ingresos totales – Costos totales.

Ecuación 49 Flujo Neto De Efectivo

Cuadro 54 Flujo Neto de Efectivo, Usando Tarifa Social

Años	Ingresos	Costos totales	Inversion	FNE
0			C\$ 6,490,395.00	-C\$ 6,490,395.00
1	C\$ 711,863.75	C\$ 353,205.95		C\$ 358,657.81
2	C\$ 768,858.80	C\$ 366,945.66		C\$ 401,913.14
3	C\$ 830,043.72	C\$ 381,219.84		C\$ 448,823.88
4	C\$ 895,713.75	C\$ 396,049.30		C\$ 499,664.45
5	C\$ 969,175.66	C\$ 411,455.61		C\$ 557,720.04
6	C\$ 1,048,438.37	C\$ 427,461.24		C\$ 620,977.13
7	C\$ 1,133,242.13	C\$ 444,089.48		C\$ 689,152.65
8	C\$ 1,224,325.68	C\$ 461,364.56		C\$ 762,961.12
9	C\$ 1,322,455.99	C\$ 479,311.64		C\$ 843,144.35
10	C\$ 1,431,401.26	C\$ 497,956.86		C\$ 933,444.40
11	C\$ 1,544,651.98	C\$ 517,327.39		C\$ 1,027,324.60
12	C\$ 1,670,559.29	C\$ 537,451.42		C\$ 1,133,107.87
13	C\$ 1,810,449.94	C\$ 558,358.28		C\$ 1,252,091.66
14	C\$ 1,955,613.80	C\$ 580,078.42		C\$ 1,375,535.38
15	C\$ 2,117,327.95	C\$ 602,643.47		C\$ 1,514,684.48
16	C\$ 2,290,763.79	C\$ 626,086.30		C\$ 1,664,677.49
17	C\$ 2,477,097.23	C\$ 650,441.06		C\$ 1,826,656.17
18	C\$ 2,677,238.07	C\$ 675,743.21		C\$ 2,001,494.86
19	C\$ 2,898,965.15	C\$ 702,029.63		C\$ 2,196,935.52
20	C\$ 3,136,921.01	C\$ 729,338.58		C\$ 2,407,582.44
TASA TREMA	8%			
VANZ	C\$ 2,152,028.94			
TIRE	11%			

Fuente: Elaboración propia

4.8. Periodo de recuperación de la inversión (PRI)

El período de recuperación hace referencia al número de periodos en años necesarios para recuperar la inversión inicial, se calcula con la suma del valor de cada año consecutivo hasta que iguale o sea mayor a la inversión.

En este caso, el costo estimado del proyecto, se recuperará en diez años y cinco meses, considerando el valor del dinero en el tiempo.

4.9. Valor Actual Neto(VANZ) y Tasa Interna de Retorno (TIRE)

Al analizar los indicadores financieros se puede observar que, como resultado de aplicar una tarifa social, esto permite la recuperación de la inversión con un Valor Actual Neto (VANZ) de **C\$ 2,152,028.94** lo que indica que el proyecto es rentable usando tarifa social y se podrán realizar reinversiones en el futuro.

Respecto a la tasa interna de retorno(TIRE), se determinó una tasa del **11%**, mayor que la impuesta por el TREMA del 8%, lo que comprueba la rentabilidad del proyecto.

CAPITULO V: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1. Conclusiones

A través del estudio de prefactibilidad elaborado, se puede concluir lo siguiente:

- Según el diagnóstico de la situación actual en las comunidades de Loma Linda y Paso Ancho se comprobó que estas comunidades no cuentan con un sistema de agua potable, es por esto que todas las viviendas hacen usos de pozos excavados. La población en las dos comunidades es de 434 habitantes y todos los días se ven en la necesidad de acarrear agua la cual no es apta para el consumo humano. El agua que consumen no tiene ningún tratamiento lo que produce que gran parte de la población padezca de diferentes enfermedades.
- Durante el estudio se determinó la fuente de abastecimiento para la construcción del MABE de dos opciones probables, seleccionando la fuente de mayor aforo, para esta se estableció la dotación para una población estimada y proyectada para 20 años.
- La realización de este proyecto de acuerdo al diseño que se elaboró, tendría como resultado un total de 747 habitantes beneficiados en el año 20 de diseño, esta población contará con un sistema de abastecimiento de agua potable lo cual mejorará la calidad de vida y disminuirá en gran cantidad las enfermedades a las que se exponían por tomar agua no potabilizada.
- El Ministerio de Salud (MINSA) refleja que en promedio una familia gasta aproximadamente C\$4,800 córdobas anuales en tratamientos lo que representa que se disminuirá el gasto por compra de medicamentos y transporte para combatir las enfermedades de origen hídrico.

- Es de suma importancia mencionar que se aumentará la productividad dentro de la comunidad una vez puesta en operación el sistema, porque no tendrán que acarrear el agua, lo que significa que dispondrán de mayor tiempo para realizar sus actividades laborales.
- En base a los resultados de los indicadores económicos VANZ y TIRE con tarifa social de C\$ 10.71 por metro cúbico consumido, el proyecto resulta rentable, debido a que se lograría recuperar la inversión al final del periodo de diseño con un Valor Actual Neto (VANZ) de **C\$ 2,152,028.94**, por otro lado, en la TIRE se determinó una tasa del **11%**, mayor que la impuesta por el TREMA del 8%, lo que comprueba la rentabilidad del proyecto.

5.2. Recomendaciones

Una vez ejecutado el proyecto es importante tomar en cuenta estas recomendaciones:

- Realizar un análisis físico-químico, bacteriológico de la fuente por lo menos una vez al año para monitorear la calidad del agua y evitar de esta manera posibles enfermedades en la población.
- Para mantener la calidad de agua se debe de capacitar al personal encargado de la operación y mantenimiento del sistema (Fontanero y Operador de Estación de Bombeo).
- Mantener la coordinación en la población mediante los CAPS para la protección de la inversión (Sistema de Abastecimiento de Agua Potable) porque necesita mantenimiento gradual para cumplir con el periodo de diseño propuesto.

Bibliografía

- Baltodano, J. (2003). Abastecimiento de agua potable.
- Bolivarianas, R. (2016).
- Chain, N. S. (2011). Proyectos de inversion. 2da.
- Chain, N. S. (2014). Preparacion y evaluacion de proyectos. 6ta ed.
- Chain, S. (2004).
- CNA. (2007). Manual de agua potable, alcantarillado y saneamiento.
- Contabilidad financiera. (Universidad interamericana para el Desarrollo).
- Cruz, J. L. (2001). Proyectos de Inversion.
- ENACAL. (1989). Diseño de Abastecimiento de Agua en el Medio Rural. Obtenido de ENACAL.
- ENACAL. (2001). NTON . Obtenido de www.enacal.com.ni.
- FAO. (2007). <http://www.fao.org/3/a0322s/a0322s03.htm>.
- FISE. (2008). Operación y Mantenimiento del MAG. Obtenido de FISE.
- FISE. (s.f.). Operación y mantenimiento de Mini Acueducto por Gravedad (MAG).
- Guía de diseño de proyectos sociales. (2011). Obtenido de cemproplanes y proyectos: <https://sites.google.com/site/disenodeproyectosociales/capitulo-xii>
- INAA. (1989). Diseño de Abastecimiento de Agua en el Medio Rural. Obtenido de INAA.
- INAA. (1989). Normas de diseño de sistemas de abastecimiento de agua potable.
- Jerouchalmi. (2003).
- Literacy The New Dictionary of Cultural. (2002). Third Edition.
- MARTÍNEZ, N. E. (2015). CARGOS DIFERIDOS SEGÚN NORMAS INTERNACIONALES NIIF.
- Normas tecnicas de diseño de Sistemas de abastecimiento de agua potable en el medio rural (NTON 09001-99). (1999).
- NTON. (2001). Normas Técnicas para el Diseño de Abastecimiento de Agua en el medio Rural (NTON 09001 – 99) . Managua, Nicaragua.
- Oscar Eduardo Vera-Romero, F. M.-R. (2013). Evaluación del nivel socioeconómico: presentación.
- Perez, J. (2009). Definición de Inversión. Obtenido de <http://definicion.de/inversion/>

Población de Diseño y Demanda de Agua. (s.f.).

Sistema de Agua Potable. (s.f.). Obtenido de civilgeeks.com.

SNIP. (2001). Guía de formulación y evaluación de proyectos de inversión.

SNIP. (2008). METODOLOGIA DE AGUA. Obtenido de SNIP:
file:///C:/Users/Yilmara%20Garcia/Desktop/MetodologiaAgua.pdf

Urbina, G. B. (2010). Evaluacion de Proyecto. 6ta.

Urbina, G. B. (2010). Evaluacion de Proyectos.

Vilar, J. (1992). Diagnóstico de situación. Obtenido de Dialnet.

Zelaya., I. M. (2012). Desarenadores convencionales. Managua.